新潟畜セ研究報告
Bull. Niigata Anim.
Husb. Exp. Stn.

ISSN 0385−3845

Bulletin

of the

Niigata Animal Husbandry Experiment Station

№ 16

September 2007

# 新潟県農業総合研究所
# 畜産研究センター研究報告

第　16　号

平成19年９月

新潟県農業総合研究所　畜産研究センター

新　潟　県　三　条　市

Niigata Agricultural Research Institute Livestock Research Center

Sanjo-shi, Niigata-ken, 955 − 0143, Japan

http://www.ari.pref.niigata.jp/chikusan

# 新潟県畜産研究センター研究報告

第　16　号
（2007年９月）

## 目　　　次

# Bulletin of the Niigata Animal Husbandry Experiment Station

№16（September 2007）

## CONTENTS

# 酸素消費量を利用した有機質資材中易分解性有機物推定法（易分解性有機物からみたコンポストの腐熟度判定法）

小柳　渉・安藤義昭[1]

現：[1]新潟県畜産課

# A Method of Estimating Decomposable Organic Matter by Measuring Oxygen Consumption.

Wataru OYANAGI, Yoshiaki ANDO [1]

[1] Niigata Pref.Office Livestock Division

## 要　　約

柳本・森田が開発した簡易呼吸測定装置[1)]を基に、易分解性有機物が土壌微生物により分解を受ける際に消費される酸素量（＝二酸化炭素発生量）を利用した有機質資材中易分解性有機物の簡易推定法（コンポストの腐熟度判定法）を構築した。一定の土壌を用いる必要はあるが、特殊な機器を必要とせず、所要時間は21時間である。各種コンポストや有機質肥料を含めた有機質資材について、酸素消費量と土壌中での炭素分解量から求めた易分解性炭素との間に原点を通る決定係数0.870の正の相関が、AD可溶有機物との間に決定係数0.818の正の相関がそれぞれ認められた。また、酸素消費量はコマツナ全長と決定係数0.757の負の相関関係にあった。これらのことから本法は、新潟県内の普及指導機関における様々な有機質資材に適用できる易分解性有機物簡易推定法あるいは易分解性有機物からみた腐熟度判定法としての活用が期待される。

## はじめに

土壌改良効果や地力増進などを目的に、昔から農地には家畜ふん堆肥など様々な有機質資材が施用されている。近年はリサイクル機運の高まり、焼却規制、食品リサイクル法などにより生物系廃棄物や製造副産物を原料とする様々な有機質資材が多量に作られている。一方で農耕地土壌へ養分の過剰集積およびその弊害が指摘されている。そこで、有機質資材を農地施用する際、環境に負荷を与えることなく有効に利用するためには、各資材の特徴を把握し、化学肥料などと組み合わせたなかでの利用法を策定することが必要である。

有機質資材の施用効果は有機物供給と肥料成分供給の２つが主である。有機物供給は土壌中で急激に分解する易分解性有機物と緩やかに分解する難分解性有機物よりなされているが、両者の比は有機質資材の種類により大きく異なっている[2)]。また、未熟コンポストに含まれる易分解性有機物は、施用後土壌中で急激に分解し植物に障害をもたらすので、易分解性有機物の測定は腐熟度を判定する１つの指標になりうる。そのため、各コンポストを含む有機質資材の利用に当たっては、これらの性質を把握することが、有効利用につながると考える。

そこで、普及指導機関で活用できる各有機質資材共通の易分解性有機物簡易推定法の開発を試みた。開発に当たっては柳本・森田が開発した簡易呼吸測定装置[1)]を参考にし、微生物源として土壌を用いることにより適用範囲の拡大を図った。

## 材料と方法

### 1．供試試料（有機質資材）

新潟県内を中心に採取した、牛ふん堆肥、豚ふん堆肥、鶏ふん堆肥、生ゴミコンポスト（乾燥生ゴミ、発酵生ゴミ）、その他堆肥（発酵キノコ廃床、モミガラ堆肥）、有機質肥料（ナタネ粕とその発酵物、綿実とその発酵物、米ぬかとその発酵物、乾燥鶏ふん）、その他有機物（乾燥牛ふん、乾燥豚ふん、イナワラ、ドッグフード）を用いた。風乾または凍結乾燥後、家庭用食品ミルで粉砕した。

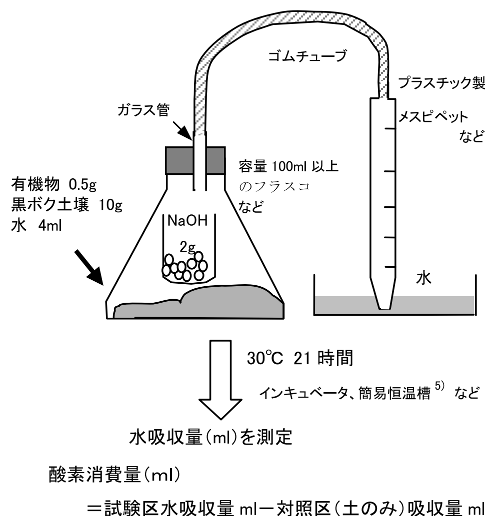



図１　酸素消費量測定法

**2．酸素消費量測定（易分解性有機物推定法）**

図１に示す装置を用い、試料0.5ｇと新潟県農業総合研究所畜産研究センターで採取し風乾した黒ボク土10ｇを混合し、水４㎖を加え混合し、水酸化ナトリウム２ｇ（二酸化炭素吸収剤）の存在下で30℃ 21時間インキュベートし、メスピペットに進入する水量を測定した。これは、有機物が土壌微生物より分解される際に消費される酸素量と同量の二酸化炭素が発生し、これが水酸化ナトリウムに吸収され、圧力差から消費酸素量と同量の水量がピペット内に進入することを利用したものである。試験区（有機物を混合）の水量から対照区（土のみ）の水量を差し引き、酸素消費量とした。なお、水を加えた状態での含水率は最大容水量の60％相当である。

**3．14日間炭素分解量（易分解性炭素）測定**

インキュベーション法で短期間の炭素分解量測定を測定し、易分解性炭素とした。試料0.5ｇと火山灰土（風乾）５ｇを混合し、最大容水量の60％となるように水を加え、25℃14日間・２連でインキュベートした。インキュベート後の土壌中の全炭素量を乾式燃焼法で測定し、対照（土のみ）の全炭素量を差し引くことで炭素残存量を求め、さらに試料中の全炭素量から残存量を差し引くことで分解量を算出した。

**4．AD 可溶有機物含量測定**

試料分析の手法[3]で乾物当たりの ADF（酸性デタージェント繊維）含量と粗灰分含量を求め、AD 可溶有機物含量（㎎/gDM）＝1000－ ADF 含量－粗灰分含量で算出した。

**5．コマツナ栽培および生育評価（植物障害検定）**

風乾・粉砕した試料0.35ｇと種まき用培土（さし芽種まきの土：菊池産業株式会社）6.7ｇを混合し、セルポットに入れ、コマツナ（夏楽天）を４粒播種し、ろ紙により下部から灌水し、蛍光灯下で25℃ ６日間栽培した。栽培は３反復以上で行なった。終了後、発芽した全コマツナの下胚軸長と根長を測定し、対照区（土のみ）の草丈＋根長を100とした指数で生育を評価した。この方法は、土壌水分量を最大容水量近くにまで高めることによって、土壌溶液中での生育阻害物質濃度と土壌溶液の EC の影響を低め、易分解性有機物の分解に伴う還元状態による生育障害の影響を際だたせようと筆者が考案したものである。

## 結果と考察

**1．易分解性有機物と酸素消費量の関係**

14日間炭素分解量と AD 可溶有機物は易分解性有機物と関係が深いと考えられる。特に14日間炭素分解量（易分解炭素）は易分解性有機物そのものである可能性がある。両者と本法で求めた酸素消費量との関係を図２、図３に示した。供試全試料について酸素消費量と易分解性炭素との間に原点を通る決定係数0.870の正の相関が、

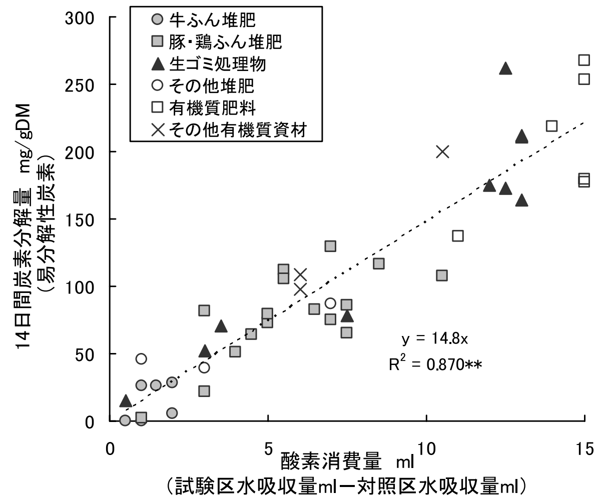



**図２　14日間炭素分解量（易分解性炭素）と酸素消費量の関係**

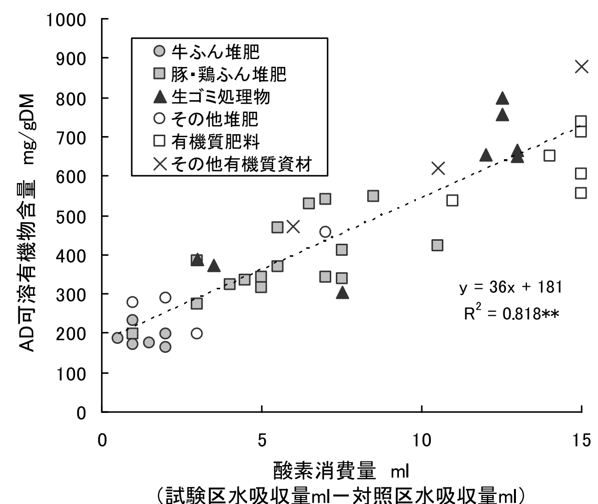



**図３　AD 可溶有機物含量と酸素消費量の関係**

AD 可溶有機物との間に決定係数0.818の正の相関がそれぞれ認められた（それぞれ $p<0.01$）。このように有機質資材がほぼ同一直線上に分布していることから本法により有機質資材中易分解性有機物の推定は可能と考えられた。試料の種類別に見てみると牛ふん堆肥は左下、有機質肥料は右上に分布していた。これは易分解性有機物と易分解性有機物の分解による酸素消費量がそれぞれ極めて少ない、極めて多いことを示している。これらに対し豚ふん堆肥と生ゴミ処理物は広範囲に分布していた。これは製造法の違い[2]であると考えられる。

また、筆者らは易分解性有機物の少ない牛ふん・豚ふん堆肥については短期的窒素肥効を堆肥中酸可溶無機態窒素で評価できることを示している[4]。易分解性有機物の判断基準はAD 可溶有機物含量で400㎎/gDM であるが、これは酸素吸収量では約６㎖に相当する（図３）。酸素消費量の測定はこのような窒素肥効の推定に利用できると考えられる。

**２．コマツナの生育と酸素消費量の関係**

供試した試料のいくつかについてコマツナによる植物生育障害検定を行い、結果を図４に示した。障害の程度は概ね、有機質肥料＞生ゴミコンポスト≧豚ふん堆肥＞牛ふん堆肥で、生ゴミコンポストと豚ふん堆肥は広範囲に分布していた。これは図２、図３に示す易分解性有機物の傾向とほぼ一致していた。また、供試全試料について酸素消費量とコマツナ全長は決定係数0.757の負の相関関係（$p<0.01$）を示した。これらのことにより、易分解性有機物による障害は酸素消費量を測定することにより判断でき、易分解性有機物からみた腐熟判定法として活用できると考えられる。具体的には酸素消費量４㎖以下ではコマツナ全長が指数100以上であるので易分解性有機物による障害は問題ないと考えられ、酸素消費量11㎖以上で指数80未満となり障害が顕著となる。この２つの数値が判定の基準となるだろう。

また、コンポストの種類でみると、特に生ゴミコンポストで易分解性有機物、生育障害、酸素消費量の差が大きいので、家畜ふん堆肥より生ゴミコンポストの腐熟度判定に有効であろう。

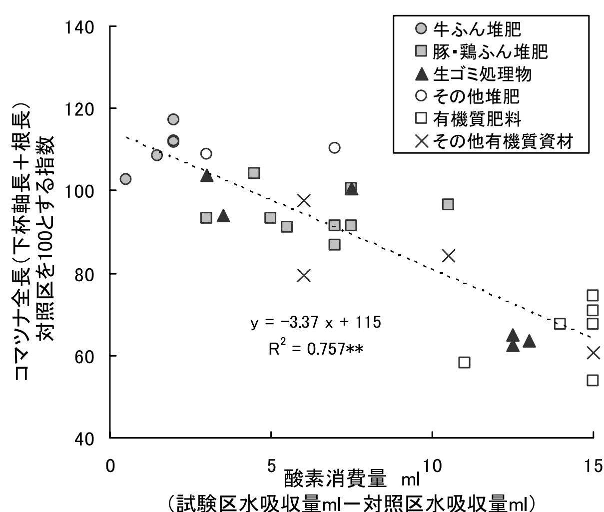



**図４　コマツナ生育と酸素消費量の関係**

**３．留意点**

本法では土壌として新潟県農業総合研究所畜産研究センターで採取した黒ボク土を用いるが、酸素吸収量はこの土壌の種類により異なると考えられる。黒ボク土壌は約100㎏（10000回分）確保してあり、新潟県内に配布する土壌としては十分であるが、全国的には不十分である。そのため、地域ごとに代表的土壌を確保するか、実際に施用を予定する土壌を用いる等の対応が必要である。

また、本法はあくまで腐熟の要因の１つである易分解性有機物の推定法である。有機物の腐熟の要因は易分解性有機物の減少だけではないので、総合的に判定するには生育阻害物質（コマツナシャーレ試験）等についても検討することが望ましいと思われる。さらに易分解性有機物による障害は、施用法、施用量、施用時期等により大きく異なるので、易分解性有機物が多いからといって必ずしも障害をもたらすとは限らないということにも留意すべきである。

## 文　献

１）柳本淳子・森田恭弘：簡易呼吸測定装置による家畜ふん堆肥の腐熟判定，奈良県畜産技術センター研究報告，28，80～84（2002）
２）小柳渉・安藤義昭：家畜ふん堆肥中有機物の性質と成分簡易分析，平成17年度関東東海・土壌肥料部会秋季研究会資料，15-23（2005）
３）自給飼料品質評価研究会編：改訂粗飼料の品質評価ガイドブック，p.11，（社）日本草地畜産種子協会，東京（2001）
４）牛ふん堆肥および豚ふん堆肥の短期的窒素肥効推定法：平成17年度　新潟県農林水産業研究成果集，新潟県農林水産部（2005）
５）安藤義昭・小柳渉・和田富広：リン・全窒素分析のための簡易ドラフト・簡易恒温槽の作製法，関東東海北陸農業成果情報　平成15年度Ⅰ，88-89（2004）

# 除草剤によるワルナスビ防除効果の検討

荒木　創[1]・矢田部憲一

現：[1]新潟地域振興局新津支局

# Herbicide Effects For Horsenettle

[1] Sou ARAKI, Kenichi YATABE

[1] Niigata Regional Promotion Bureau Niitu Brunch

## 要　　約

ワルナスビに対し、牧草地に使用可能な除草剤と薬量による防除効果について検討した。

チフェンスルフロンメチル水和剤を６月上中旬に葉面散布した結果、ワルナスビの草高や生育ステージ進展は２週間程度停滞した。

DBN 粒剤を７月中旬に株元散布した結果、全株枯死したが、全面散布では生育を抑制しただけだった。

アシュラム液剤を11月上旬に葉面散布した結果、当年の生育抑制効果はなく、翌春の発生も抑制効果はなかった。

以上、牧草地の登録範囲内における薬剤や薬量では、一部の薬剤は生育を阻害できたが、完全防除は困難であった。

## はじめに

ワルナスビは明治初期に日本に侵入してきた北アメリカ原産[1)] 外来雑草である。ギシギシに比べると侵入牧場数は少ないが全国的に蔓延[2)] しており、新潟県内でも発生報告[3)] がある。

ワルナスビの根は切断長が１㎝であっても出芽能力を持ち、繁殖能力が高いので一度侵入すると根絶は難しい。

牧草地において刈取回数の増加[4)]や牧草密度の向上[5)]により、ワルナスビの地上部及び地下部乾物重が減少することから、耕種的防除が可能として報告されている。[6)]

しかし、刈り取り回数の増加は労力が負担となり、永年草地では経費的に更新もむづかしいので、簡易な方法として除草剤を用いた防除法が求められている。

そこで、牧草地で現在使用可能な薬剤として市販のチフェンスルフロンメチル水和剤、ＤＢＮ粒剤、アシュラム液剤によるワルナスビの防除効果について検討した。

## 方　法

### 試験１　チフェンスルフロンメチル水和剤処理（全面散布）

試験１は、ハーモニー 75DF 水和剤（チフェンスルフロンメチル75%）( 適用雑草：ギシギシ類）を供試した。施用量は最大使用量である５ｇ /10a（希釈水100L/10a）とし、平成17年５月23日に刈り払った圃場に発生してきたワルナスビに対し、全面茎葉散布した。試験区は刈り払い２週間後、３週間後に薬剤散布した区、及び無散布区とし、１区４㎡（２ｍ×２ｍ）の３反復で実施した。調査対象数は１区１反復当たり５シュートとし、２番草収穫時期の終期と考えられる８月９日まで定点追跡調査した。

### 試験２　DBN 粒剤処理（局所散布及び全面散布）

試験２は、カソロン粒剤6.7（DBN6.7%）( 適用雑草：ギシギシ、ヨモギ、ヤブガラシ）を供試した。

平成17年７月１日に刈り払って発生してきたワルナスビに対し、７月15日に土壌散布した。試験区は株元散布区として１シュート当たり１ｇ区、２ｇ区、全面散布区として５㎏ /10a 区、他に無処理区を設定し、１区４㎡（２ｍ×２ｍ）の３反復で実施した。１区１反復当たり調査対象ワルナスビ５シュートを選定し、定点追跡調査した。

### 試験３　アシュラム液剤処理（全面散布）

試験３は、アージラン液剤（アシュラムナトリウム37%）（適用雑草：ギシギシ及びキク科雑草）を供試した。施用量は最大使用量である600mL/10a（希釈水100L/10a）とし、平成17年10月６日に 刈り払った圃場に発生してきたワルナスビに対し、同年11月１日に全面茎葉散布した。試験区は処理区と無処理区とし、１区４㎡（２ｍ×２ｍ）の２反復で実施した。翌年５月26日に試験区の刈払いを行い、そこに発生してきたワルナスビを１区１反復当たり５シュートを選定し、定点追跡調査した。

## 結果及び考察

### 試験１　チフェンスルフロンメチル水和剤処理（全面散布）

⑴　**草高の推移**

草高16㎝（刈払い２週間後）、又は草高19㎝（刈払い３週間後）のワルナスビに茎葉散布した結果、両処理区とも草高伸長が２～３週間停滞した。（図１）

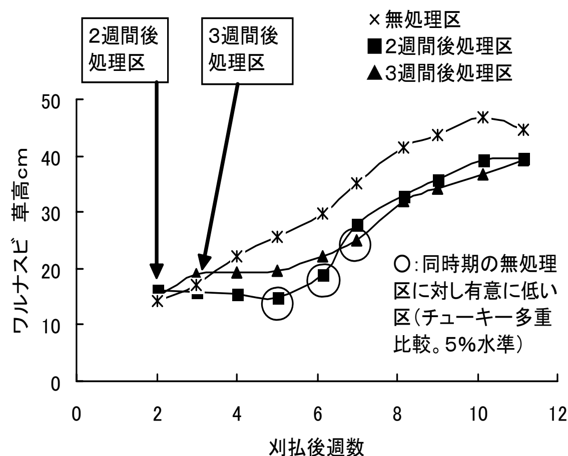



**図１　チフェンスルフロンメチル水和剤散布後の草高の推移**

⑵　**生育ステージの推移**

処理区は枯死しなかったが有意に開花が遅れた。（図２）

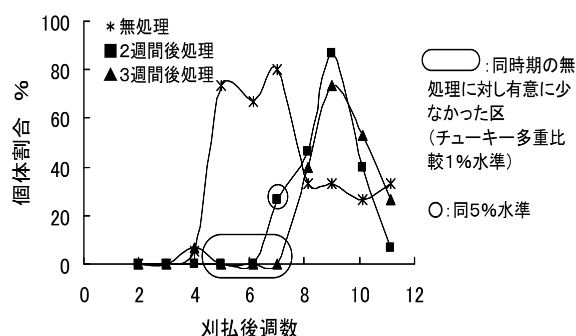
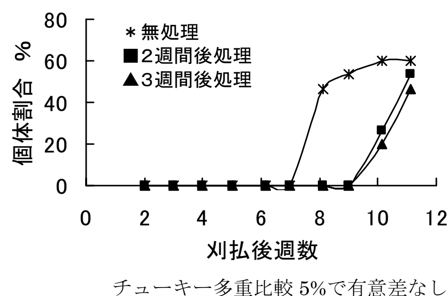



**図２　チフェンスルフロンメチル水和剤処理後の開花期個体割合**




チューキー多重比較 5%で有意差なし

**図３　チフェンスルフロンメチル水和剤処理後の緑果期個体割合**

⑶　**植物体の形状**

処理により植物体上部が茶褐色となり、葉色が薄くなるなど作用を受けた様子は見られた。その後植物体上部の側枝が成長する形で草高を伸長して生育が回復した。

⑷　**まとめと考察**

牧場に発生したワルナスビに対し５ｇ/10a全面処理した試験[7]、また同量をオーチャーチャードグラス圃場に処理した試験[8]では、いずれもワルナスビの根絶効果は認められていないという報告がある。
カズノコグサに対する処理では生育停滞は発生するものの枯死しない報告[9]があり、今回のワルナスビはこれに似た反応を示したとも考えられる。

以上より当薬剤処理によりワルナスビが枯死することはなかった。しかし草高伸長が２～３週間停滞し、開花期個体や緑果期個体の出現が２～３週間遅れるなど、生育を一定期間抑制する効果が見られた。

### 試験２　DBN 粒剤処理（局所散布及び全面散布）

⑴　**局所散布区の草高の推移**

局所散布区の草高は、散布後日数が経過するにつれ減少した（表１）。ワルナスビの植物体の形状としては残存していたものの、処理21日後では茎葉が乾燥し黒褐色となり、茎が垂れ葉は萎縮し、処理35日後には茎葉の形状は崩れていた。以上より１～２ｇ／シュート区では、ワルナスビは枯死したと判断した。

**表１　DBN 粒剤散布後の草高推移（試験２）　単位：㎝**

| 区分 | 処理量 | 処理後日数 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ０日 | 10日 | 21日 | 35日 |
| 局所処理 | １ｇ／シュート | 16 | 12ａ | ９ａ | １ａ |
| 局所処理 | ２ｇ／シュート | 17 | 12ａ | ８ａ | １ａ |
| 前面処理 | ５ｇ／10ａ | 15 | 16ab | 15ａ | ９ａ |
| 無 処 理 | | 15 | 25b | 37b | 46b |

ab,：異符号間で５％水準の有意差あり（チューキー多重比較）

⑵　**全面散布区の草高・生育ステージの推移**

全面散布区の草高、生育ステージともに処理時のまま推移した。

茎葉は茶褐色から黄緑に変色したが、局所散布に比べワルナスビ植物体の形状の崩れは小さく枯死状態の個体は見られなかった。無処理区では開花期や緑果期個体が調査期間中に見られたことを踏まえると、草高の伸張と生育ステージの進展は抑制されたと考えられた。

**試験３　アシュラム液剤処理**

⑴　**草高の推移**

アシュラム液剤処理による草高の差は見られなかったことから、本剤の生育抑制の効果もなかったと判断した。（図６）

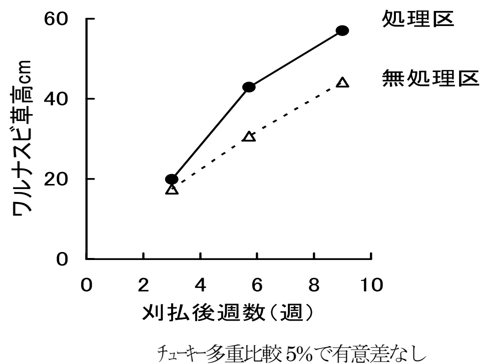



**図６　アシュラム液剤処理後の草高の推移**

⑵　**まとめと考察**

アシュラム液剤の散布試験としては、0.5～２㎏ /10a 秋散布による翌年の生育状況[10]、や、１㎏ /10a 夏散布による当年秋と翌年の生育状況[11]　が、報告されているがほとんど効果が見られず、茎数や草丈とも、無処理とほぼ同程度か僅かに減少する程度とされている。

これは当試験結果と同様の結果であり、アシュラム液剤は効果がないと考える。

## 謝　辞

除草剤の開発動向については日本植物調節剤協会濱村謙史朗様から貴重な情報をいただいた。本報作成にあたっては畜産草地研究所黒川俊二様から御助言を賜った。

ここに記して、謝意を表します。

## 文　献

01）清水矩安・森田弘彦・廣田伸七：日本帰化植物写真図鑑 , 全国農村教育協会 ,285（2001）

02）西田智子：飼料畑・草地における外来雑草の侵入 , 日草誌 ,48,168-176（2002）

03）西田智子：草地・飼料畑における外来雑草の侵入経路の解明とその遮断技術に関する研究 , 日草誌 ,49, 別10-13（2003）

04）Tomoko Nishida,Norikazu Harashima,Miya Kitagawa, and Yoshito Yamamoto : Effect of Cutting on the Growth of Horsenettle, Grassland Science ,49, 10-15（2003）

05）Tomoko Nishida, Norikazu Harashima, Norihisa Kitahara, Shoei Shibata, Miya Kitagawa, and Yoshito Yamamoto : Effect of Sowing and Competition with Orchardgrass Sown on the Seed Emergence and Growth of Horsenettle, Grassland Science ,49, 555-562（2004）

06）西田智子・原島徳一・尾上桐子：オーチャードグラス草地における外来雑草ワルナスビの生育抑制 , 草地飼料作研究成果最新情報第12号 ,25-26（1997）

07）串田晴彦・斉木孝・馬場彩・日野靖興：高品質粗飼料安定生産技術の確立－除草剤によるワルナスビ防除技術の検討－ , 岡山総畜セ研報 , 12 ,65-68（2001）

08）安形憲一・浅井英樹・若園鎮靖・田口勝士・梅田勲・水野拓：選択性除草剤と牧草作付けによるワルナスビの根絶方法の検討 , 岐阜畜試研報 , 24 ,23-24（1998）

09）大段秀記・住吉正・小荒井晃・児島清：カズノコグサの葉齢進展とチフェンスルフロンメチル剤の防除効果
（http://www.naro.affrc.go.jp/top/seika/2002/kyushu/ky004.html）

10）高橋仁・小山田昭三：雑草防除に関する試験、栃木酪試
研報105,68・72（1979）

11）高橋仁・石塚正恵：牧草地における雑草（ワルナスビ）防除に関する試験、栃木酪試研報、109,68-74（1983）

# 飼料イネへの乳酸菌製剤「畜草１号」の添加効果

荒木　創[1]・矢田部憲一

現：[1]新潟地域振興局新津支局

# The Effect of Lactobacillus Plantarum Powder "Tikusou 1" for Forage Paddy Rice

Sou ARAKI [1], Kenichi YATABE

[1] Niigata Ragional Promotion Breau Niitu Brunch

## 要　　約

乳酸菌製剤「畜草１号」を飼料イネに添加した結果、黄熟期に収穫した場合、及び乳熟期に収穫した場合では、添加効果は見られなかった。

糊熟期への添加では、Ｖ２スコアが改善した。なおこの改善効果は乳酸菌製剤標準量（乳酸菌生菌105cuf/ 材料草１ｇ）の半量においても見られた。

## はじめに

飼料作物用の乳酸菌製剤はいくつかあるが、近年飼料イネ向けの乳酸菌製剤が開発されたことから、生育ステージ別にその効果を検討した。

なお飼料イネは作付面積から勘案すると飼料作物として定着しつつあるものの、既存の飼料作物（１年生イネ科牧草）に比べ生産費が高い傾向が見られる。低コスト化に向けた提案[1)]もなされているが、生産者自身や関係機関もコストを意識した生産活動が重要と考える。そこで乳酸菌製剤取扱説明書に記載されている添加量の他に、その半量区も設定して試験を行った。

## 方　法

### １　試験区構成

平成15年と16年は貯蔵期間３ヶ月間における発酵品質を、17年は貯蔵期間11ヶ月の発酵品質を調査した（表１）。

糊熟期における収穫を行った15年は中生の飼料イネ専用品種（クサユタカ）を、黄熟期収穫を行った16年は早生の食用米品種（トドロキワセ）を供試した。17年は市販され始めた早生の飼料イネ専用品種（夢あおば）を供試した。

平成17年では添加コストの節減のため添加濃度を２水準（乳酸菌製剤説明書記載濃度（標準量）、及びその半量）設定した。また材料草の水分別の添加効果を検討するため、収穫時期を２水準（糊熟期、黄熟期）とした（表１）。

平成15年は乳酸菌製剤を目的量添加する情報が不足していたことから、結果的には標準量の７倍量が添加された。（表２）

なお標準量を添加した場合、生菌数は材料草原物１ｇ当たり105cfu（Colony Forming Unit）となる。

**表１　年別貯蔵期間**

| 試験年 | 貯蔵期間 | 品種 | 収穫時期 | 収穫機械 |
|---|---|---|---|---|
| 15年 | ３ヶ月間 | クサユタカ | 糊熟期 | コンバイン型専用収穫機 |
| 16年 | ３ヶ月間 | トドロキワセ | 黄熟期 | コンバイン型専用収穫機 |
| 17〜18年 | 11ヶ月間 | 夢あおば | 糊塾期､黄熟期 | フレールモア型専用収穫機 |

**表２　試験区構成**

| 試験年 | 試験区構成 | 供試ロール数 |
|---|---|---|
| 15年 | 標準量の７倍量添加、無添加 | ３個／処理区 |
| 16年 | 標準量添加、無添加 | ３個／処理区 |
| 17〜18年 | 標準量添加、半量添加、無添加 | ４個／処理区 |

### ２　試料採取と分析項目

分析試料はロールを縦に割り（図１）、ロール断面の９箇所からサンプリング[2)]し等量混合したものを用いた。分析試料70gに水140g加え一晩放置[3)]したものをろ過し、ろ液のpHをガラス電極pHメーターで、有機酸は電気伝導度による高速液体クロマトグラフィー法で分析した。なお平成16年以降はアンモニア態窒素も分析し、発酵品質については、アンモニア態窒素、酢酸、酪酸、プロピオン酸で算出されるＶ２スコア[3)]による評価も試みた。




**図1　サンプリング部位**

## 結果と考察

### 1　開封時の水分が70%未満の場合

黄熟期に収穫し生産したロールの水分は70%以下であった。貯蔵３ヶ月では無処理でもＶ２スコアは98点と高く、良質な品質であった（表４）。貯蔵11ヶ月では有意差が生じた分析項目はなく、添加効果は認められなかった。

以上より開封時の水分が70%未満の場合には、乳酸菌製剤の必要はなかった。

**表４　水分70%未満における結果**

| 収穫機械 | 品種 | 貯蔵期間 | 乳酸菌製剤量 | 水分 | pH | 乳酸 | 酢酸 | 酪酸 | アンモニア態窒素 | V2スコア |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | % | | % | % | % | mg *1) | 点 |
| コンバイン | トドロキワセ | 3ヶ月 | なし | 63.7 | 4.9a | 0.23 | 0.23a | 0.02 | 11a | 98a |
| 型 | | | 標準量 | 62.6 | 4.2b | 0.36 | 0.13b | 0.00 | 7 b | 100b |
| フレールモア | 夢あおば | 11ヶ月 | なし | 68.3 | 4.2 | 0.69 | 0.26 | 0.14 | 17 | 88 |
| 型 | | | 半量 | 67.6 | 4.1 | 0.79 | 0.23 | 0.18 | 14 | 85 |
| | | | 標準量 | 67.5 | 4.2 | 0.89 | 0.29 | 0.11 | 16 | 90 |

＊1）原物100g当たり
　2）有機酸は原物当たり

### 2　開封時の水分70%が以上の場合

糊熟期に収穫し、11ヶ月貯蔵したロールの水分は72%あった。乳酸菌添加によりpH、酪酸、アンモニア態窒素が有意に低下し、Ｖ２スコアは有意に向上した（表５）。

糊熟期に収穫し、３ヶ月貯蔵したロールの水分は76%であり、乳酸菌を添加しても有意差が見られた項目はなかったことから、添加効果はなかった。

**表５　水分70%以上における結果**

| 収穫機械 | 品種 | 貯蔵期間 | 乳酸菌製剤量 | 水分 | pH | 乳酸 | 酢酸 | 酪酸 | アンモニア態窒素 | V2スコア |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | % | | % | % | % | mg *1) | 点 |
| フレールモア | 夢あおば | 11ヶ月 | なし | 71.8 | 4.2a | 0.73 | 0.18 | 0.24a | 15a | 81a |
| 型 | | | 半量 | 72.6 | 4.0b | 0.84 | 0.14 | 0.11b | 10b | 91b |
| | | | 標準量 | 72.0 | 4.0b | 0.87 | 0.10 | 0.06b | 7 b | 95b |
| コンバイン | クサユタカ | 3ヶ月 | なし | 76.5 | 4.7 | 0.18 | 0.65 | 0.44 | ― | ― |
| 型 | | | 7倍量 | 76.2 | 4.6 | 0.15 | 0.75 | 0.33 | ― | ― |

＊1）原物100g当たり。クサユタカの時は測定せず
　2）有機酸は原物当たり

良質サイレージ発酵の要因としては材料草に付着する乳酸菌数や種類が重要であると考えられており[4]、飼料作物に付着する乳酸菌の分布と発酵特性が報告されている[5]。

トウモロコシサイレージに比べ飼料イネサイレージは乳酸が少ない報告[6]があるが、これはトウモロコシに付着する乳酸菌数は$10^5$～$10^6$／現物１ｇであるのに対し、飼料イネの場合には$10^{2\sim3}$と少ない[7]ことも一因と考える。

良質なサイレージ発酵には乳酸菌が重要であり、中でもpHを効率的に下げる点ではホモ発酵型が有利[8]であるが、今回添加した乳酸菌製剤「畜草１号」もホモ発酵型[9]である。当乳酸菌製剤に含まれる生菌数は製剤１ｇ当たり$2\times10^{10}$であり、標準量を添加した場合には材料イネ１ｇ当たり$10^5$cfu添加したことになる。今回の試験では生菌数調査はしていないが、６ヶ月間の冷蔵保存（５℃）でも生菌数の低減が見られない[10]ことから、トウモロコシ並みの菌数を添加できたと考えている。

また畜草１号は貯蔵176日経過しても無処理に比べ､乳酸菌数は$10^3$cfu／材料草ｇ多い報告[11]もある。

このように乳酸菌製剤を添加した材料はサイレージ発酵に適した乳酸菌の種類と数が確保されたものと考えられる。

サイレージ発酵は材料草の水分の他に、材料草中の可溶性炭水化物量や、収穫時の切断長、梱包密度[13,14]、及びこれらが関連する収穫機械[15]の影響を受ける。また同じ水稲であっても品種が異なれば可溶性炭水化物量は異なり[16,17,18]、発酵品質が実際に異なる報告[19,20]もある。

飼料イネに対する畜草１号の添加試験結果報告はいくつかあるが、前述したようなサイレージ調整時の諸条件が当試験とは異なるため、発酵品質を単純に比較することは難しい。しかし総じて水分が低い場合（60%以下）では畜草１号を添加しても乳酸発酵は起こりにくく、水分が高い場合（75%以上）には、酪酸発酵を抑え、品質低向上した結果が得られており、既存の報告[11,12,13,14,15]と一致するものであった。

整理すると生育ステージ別の添加効果と必要性は表６のようになると考えられた。

**表６　生育ステージ別の畜草１号の添加効果**

| 収穫時の生育ステージ | 収穫物の水分 | 乳酸菌製剤の添加効果 |
|---|---|---|
| 黄熟期 | 低 | なし（無添加でも良質なものが得られる） |
| 糊熟期 | 中 | あり（半量でも効果あり） |
| 乳熟期 | 高 | なし（７倍量でも効果なし） |

## 文　献


1）草野謙三：多湿水田地帯・広域酪農利用による飼料イネ生産利用の特徴と課題, 農業経営通信 No.224, 10-13（2005）
2）田中治・魚住順・篠田満 ：稲発酵粗飼料ロールベールのサンプリング方法, 畜産草地研究成果情報 No.2, 189-190（2003）
3）自給飼料品質評価研究会編：改訂粗飼料の品質評価ガイドブック（2001）
4）森地敏樹・大山嘉信：牧草における乳酸菌の分布, 日畜会報43, 264-267（1972）
5）蔡義民・大桃定洋・熊井清雄：飼料作物・牧草に付着する乳酸菌の分布とその発酵特性, 日草誌39, 420-

428（1994）
6）堀口健一・高橋敏能・萱場猛夫・笹原健夫：V字葉型水稲と他の飼料作物のホールクロップサイレージにおける栄養価の比較，日草誌38, 242-245（1992）
7）蔡義民・徐春城・村井勝・吉田宣夫：「畜草１号」による良質な稲わらサイレージの調製，草畜産草地研究成果情報 N0.3, 43-44, （2004）
8）農文協編：畜産全書飼料作物，87-91（1983）
9）蔡義民・藤田泰仁・吉田宣夫：乳酸菌畜草１号による高品質飼料イネサイレージの調製；草畜産草地研究成果情報 N0.1, 51-52, （2002）
10）蔡義民・藤田泰仁・村井勝・小川増弘・吉田宣夫・北村亨・三浦俊治・田中秀俊：稲発酵粗飼料調製用乳酸菌「畜草１号」製剤の開発，草畜産草地研究成果情報 N0.2, 51-52, （2003）
11）蔡義民：サイレージ発酵の微生物的制御，土と微生物，56, 75-83（2002）
12）蔡義民・藤田泰仁・村井勝・小川増弘・吉田宣夫・北村亨・三浦俊治：飼料イネサイレージ調製への乳酸菌の利用，日草誌49, 477-485, （2003）
13）北村亨・三浦俊二・石井耕・蔡義民：凍結乾燥した乳酸菌（畜草１号）の摂取が稲発酵粗飼料の発酵品質に与える影響，日草誌49別，252-253, （2003）
14）斉藤健一・米本貞夫：付着水のあるイネへの添加剤の使用がホールクロップサイレージの発酵品質に及ぼす影響，千葉畜セ研報4, 57-61（2004）
15）斉藤健一・米本貞夫：早刈り高水分イネへの添加剤の利用がサイレージの発酵品質に及ぼす影響，千葉畜セ研報5, 55-58（2005）

# 牛凍結胚ダイレクト移植における受胎率向上対策について

内山保彦、佐藤太郎[1]、藤原信子[2]、佐藤義政[3]、梅田雅夫[4]

現：[1]㈲蒲原家畜診療センター、[2]新潟県下越家畜保健衛生所、
[3]新潟県妙法育成牧場、[4]新潟県中央家畜保健衛生所

# Improvement in pregnancy rate of bovine frozen-thawed embryos by direct transfer

Yasuhiko UCHIYAMA, Taro SATO[1], Nobuko FUJIWARA[2], Yoshimasa SATO[3] and Masao UMEDA[4]

[1] KANBARA Livestock Clinical Center
[2] NIIGATA KAETU Livestock Hygiene Service Center
[3] NIIGATA MYOHO Livestock Ranch
[4] NIIGATA CHUO Livestock Hygiene Service Center

## 要　　約

牛胚移植の受胎率向上のために、エチレングリコール（以下、EG）を用いたダイレクト移植法について凍結・融解方法を検討した。

1　凍結溶液に用いるタンパク成分として20%牛血清（以下、CS）と0.4%牛血清アルブミン（以下、BSA）を比較した結果、受胎率に差は見られなかったことから、CSをより安定した製品であるBSAに代替できると考えられた。

2　凍結溶液中濃度が0.1Mとなるようにシュークロース（以下、Suc）を添加することで、発育ステージが進んだ胚の受胎率が有意に改善した。

3　融解時のエアーソーイング時間を比較した結果、６秒と10秒で受胎率に差は見られなかった。

4　受胎率に及ぼす要因として、採胚から凍結処理開始までの時間があり、可能な限り短時間で行うことが重要と考えられた。

以上、凍結溶液にBSAとSucを用いることで受胎率の高位安定化が図られると考えられた。

## 目　的

胚移植技術の普及定着には、胚の凍結保存技術が不可欠である。特に、日本は飼養規模が小さく、一度に多数の受胚牛を準備できないため、必要に応じて現場で簡易に移植できる凍結・融解方法の確立が望まれている。現在、エチレングリコールを耐凍剤としたダイレクト移植法が広く普及しているが、受胎率が45%前後でとどまっており、地域差も大きいため、受胎率の向上が急務になっている。

そこで、牛凍結胚移植による受胎率の向上と安定化を目的とし、受精卵移植普及定着化事業において14府県の共同試験が実施された[1－4]。本県も同試験に参加し、移植試験を行い、耐凍剤や凍結溶液の比較と採胚から移植までの状況と受胎率の関係を検討した。

## 材料及び方法

### 1　供試胚

当センターで飼養され、過剰排卵処置・人工授精した供胚牛から７日目（発情日を０日とした）に回収した胚で発育ステージが後期桑実期から拡張胚盤胞期でランクがＢ以上のものを供した。

### 2　試験区分

⑴　試験１

凍結溶液中のタンパク成分の違いとSuc添加が受胎率に及ぼす影響について調べた。試験区は表１に示すとおり、EG、Suc、タンパク成分をダルベッコリン酸バッファーに溶解した。

**表１　試験１の試験区分**

| 試験区 | EG濃度 | Suc濃度 | タンパク成分 |
|---|---|---|---|
| 1.8EG-CS | 1.8M | 0 | 20% CS |
| 1.8EG-BSA | 1.8M | 0 | 0.4% BSA |
| 1.8EGS-CS | 1.8M | 0.1M | 20% CS |

＊ダルベッコリン酸バッファー（D-PBS）に溶解

⑵　試験２

凍結溶液にSucを添加した場合のタンパク成分の違い（0.4% BSAと20% CS）が受胎率に及ぼす影響について調べた。試験区分は表２のとおりとした。

**表２　試験２の試験区分**

| 試験区 | EG 濃度 | Suc 濃度 | タンパク成分 |
|---|---|---|---|
| 1.8EGS-CS | 1.8M | 0.1M | 20% CS |
| 1.8EGS-BSA | 1.8M | 0.1M | 0.4% BSA |

⑶　試験３
凍結溶液を試験２で用いた1.8MEGS-BSA とし、エアーソーイング時間を６秒間及び10秒間にして、エアーソーイング時間が受胎率に及ぼす影響について調べた。
⑷　試験４
本県では耐凍剤に1.5M の EG を用いた方法が広く普及していることから、1.8M の EG との違いと0.1M の Suc を添加した場合について調査した。試験区は表３、４のとおりとし、EG 濃度及び Suc の有無が受胎率に及ぼす影響について調べた。

**表３ 試験４の試験区分（EG 濃度）**

| 試験区 | EG 濃度 | Suc 濃度 | タンパク成分 |
|---|---|---|---|
| 1.5EG-CS | 1.5M | 0 | 20% CS |
| 1.8EG-CS | 1.8M | 0 | 20% CS |

**表４　試験４の試験区分（Suc の添加）**

| 試験区 | EG 濃度 | Suc 濃度 | タンパク成分 |
|---|---|---|---|
| 1.5EG-CS | 1.5M | 0 | 20% CS |
| 1.5EGS-CS | 1.5M | 0.1M | 20% CS |

### ３　胚の凍結方法

1.8MEG による凍結
胚を室温で凍結溶液に10～15分平衡し、ストローに封入した。その後、あらかじめセットしておいたプログラムフリーザーの冷却槽（－７℃）にストローを挿入し、２分後に、所定の部位を植氷した。植氷開始から10分間－７℃で保持後、毎分－0.3℃で－30℃まで冷却した。－30℃に達した直後に液体窒素に投入し保存した。
1.5MEG による凍結
胚を室温で凍結溶液に10分以内に平衡、ストロー封入した。その後、あらかじめセットしたおいたプログラムフリーザーの冷却槽（－６℃）にストローを挿入し、１分後に、所定の部位を植氷した。胚を含んだ液層が植氷してから10分間－６℃で保持後、毎分－0.5℃で－30℃まで冷却した。－30℃に達した直後に液体窒素に投入し保存した。

### ４　融解方法

液体窒素からストローを取り出し、空気中に一定時間保持（エアーソーイング）後、30℃微温湯に20秒間浸漬し融解した。融解後直ちに移植器にセットし、受胚牛へ移植した。

### ５　胚の移植方法

移植者は県内で日常的に移植を実施している９名とした。受胚牛は県営妙法育成牧場で飼養されている未経産牛及び県内農家で飼養されている未経産牛及び経産牛を用いた。移植は、受胚牛１頭に１胚を移植した。

### ６　調査方法

試験１、２、３、４の区間の受胎率を比較した。また、採胚から移植までの状況等の要因と受胎率の関係については、以下の項目を調査した。
⑴　胚の要因：総胚数に対する正常胚の割合、発育ステージとランク
⑵　処理の要因：採胚から凍結処理開始までの時間
⑶　受胚牛の要因：産歴、同期化の有無、スタンディング・排卵確認の有無、黄体ランク
⑷　移植状況：麻酔の有無、移植所要時間、移植部位
受胎率については、$\chi^2$検定を行った。なお、胚及び処理の要因については移植を実施した360胚を、受胚牛の要因及び移植状況については、記録調査を行った189頭分を用いた。

## 結果及び考察

### １　凍結溶液に添加するタンパク成分及び糖の比較

試験１の受胎成績を表５に示した。1.8EG-CS 区が37.5%、1.8EG-BSA 区が42.9%、及び1.8EGS-CS 区が66.7%であった。タンパク成分の違いよる差は見られなかったが、0.1MSuc 添加については、添加により受胎率が高くなる傾向が見られた（$p = 0.08$）。

**表５　凍結溶液のタンパク成分・Suc と受胎成績（試験１）**

| 試験区 | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|
| 1.8EG-CS | 16 | 6 | 37.5% |
| 1.8EG-BSA | 21 | 9 | 42.9% |
| 1.8EGS-CS | 24 | 16 | 66.7% |

また、1.8EG-CS では受胎率が低かったことから、試験２では、耐凍剤を1.8MEG と0.1MSuc とし、試験１と同様の凍結溶液中のタンパク成分の違いを再検討した。受胎成績を表６に示した。CS 区が45.8%で、BSA 区が68.2%と両区に差は見られなかった。

**表６　凍結溶液のタンパク成分と受胎成績（試験２）**

| 試験区 | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|
| 1.8MEGS-CS | 24 | 11 | 45.8% |
| 1.8MEGS-BSA | 22 | 15 | 68.2% |

以上のことから、凍結溶液のタンパク成分として一般に広く使われている CS を BSA に代替できることがわかった。CS は体外受精においてロットにより胚の発育支

持能が異なることが知られており、凍結処理においてもロット検定を行ったものを用いていた。一方、BSA は検定済みであり、冷蔵保存で取り扱いやすく、以前から胚移植で利用されてきたことから、凍結溶液作成の簡易化や凍結胚移植成績の安定化につながると考えられた。

また、後で詳細を記載するが、Suc を添加することで、発育の進んだ胚で、細胞の脱水・加水がスムースに行われることにより胚の生存性が高まり、受胎率が向上すると考えられた。

**２　エアーソーイング時間の比較**

試験３でエアーソーイング時間の検討を行った受胎成績を表７に示した。受胎率は６秒間が33.3%と10秒間が35.3%で両区に差は見られなかった。凍結胚を加温する際には、通常、胚のフラクション障害を防ぐことと細胞の危険温度領域を急速に通過させる目的で、ストローをエアーソーイング後微温湯に投入する。今回の試験区間だけではエアーソーイング時間の違いが胚へどのように影響するかがわからなかった。

**表７　エアーソーイング時間と受胎成績（試験３）**

| 時間 | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|
| ６秒間 | 18 | 6 | 33.3% |
| 10秒間 | 17 | 6 | 35.3% |

**３　1.5MEG での比較**

試験４では本県で広く普及している1.5EG-CS について、共同試験で実施した1.8EG-CS と比較した。結果を表８に示した。調査期間中1.5EG-CS 区が45.7%、1.8EG-CS 区が34.1%で、両者に差は見られなかった。

また、表９に示したとおり、1.5EG-CS に0.1MSuc を添加した場合、受胎率は52.0%であり、差は見られなかった。

**表８　EG 濃度と受胎成績（試験４）**

| 試験区 | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|
| 1.5EG-CS | 138 | 63 | 45.7% |
| 1.8EG-CS | 44 | 15 | 34.1% |

**表９　1.5MEG の Suc 添加と受胎成績（試験４）**

| 試験区 | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|
| 1.5EG-CS | 138 | 63 | 45.7% |
| 1.5EGS-CS | 25 | 13 | 52.0% |

**４　採胚から移植までの状況等の要因と受胎率**

試験１から４のデータを用いて、要因と受胎率の関係を解析した。

⑴　胚の要因

採胚結果の総胚数に対する正常胚（Ｃランク以上）の割合を25%ずつに区切り受胎率に対する影響を調べたが、区間に差は見られなかった。

発育ステージについては表10に示した。耐凍剤が EG のみでは胚が発育するにつれ受胎率が低下する傾向が見られた。一方、Suc を添加した場合、ステージ間に差は見られなかった。このことは共同試験全体の成績[4]と同様の結果であった。

**表10　糖添加の有無と発育ステージによる受胎成績**

| Suc | ステージ | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|---|
| 添加 | CM | 64 | 31 | 48.4% a |
| | EB | 51 | 27 | 52.9% A |
| | BL | 30 | 14 | 46.7% b |
| | ExB | 12 | 6 | 50.0% c |
| | 合計 | 157 | 78 | 49.7% |
| 無添加 | CM | 83 | 43 | 51.8% B,d |
| | EB | 65 | 29 | 44.6% e |
| | BL | 40 | 13 | 32.5% d |
| | ExB | 15 | 2 | 13.3% A,B,a,b,c,e |
| | 合計 | 203 | 87 | 42.9% |

CM: 後期桑実胚 ,EB: 初期胚盤胞 ,BL: 胚盤胞 ,ExB: 拡張胚盤胞同符号間で有意差（大文字 $p<0.01$、小文字 $p<0.05$）

胚ランクは A ランクが受胎率46.1%（受胎頭数156頭 / 移植頭数336頭）であり、B ランクが41.7%（10/24）でやや低い受胎率であったが、B ランクも凍結胚として利用できると考えられた。

⑵　処理の要因

採胚から凍結処理開始までの時間と受胎成績の関係を表11に示した。１～２時間以外は例数が少ないが、処理時間が長くなるにつれ受胎率が低下する傾向にあり、１時間未満では59．1%と良好な受胎率であった。共同試験全体の成績[4]においても、より短い処理時間が受胎率を向上させる傾向にあったが、今後、採胚から凍結溶液平衡までの時間でどの処理部分がより大きい要因をもつのか検討が必要と思われた。

**表11　採胚から耐凍溶液平衡までの時間と受胎成績**

| 時間 | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|
| １時間未満 | 22 | 13 | 59.1% a |
| １～２時間 | 321 | 147 | 45.8% |
| ２～３時間 | 11 | 4 | 36.4% |
| ３時間以上 | 6 | 1 | 16.7% a |

a：ｐ=0．06

⑶　受胚牛の要因

産歴について、経産、未経産別の受胎成績を表12に示した。未経産牛は良好な結果であった。ただし、経産牛のなかで初産後が36%（９/25）と２、３産後に比べ10%以上低い受胎率であったことから、今後、初産での飼養環境、特に栄養面の検討が必要と思われた。

**表12　受胚牛の産歴と受胎成績**

| 産歴 | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|
| 未経産 | 88 | 48 | 54.5% |
| 経産 | 85 | 40 | 47.1% |

自然発情と発情を同期化した場合の受胎成績を表13に示した。両区間による差は見られなかった。また、排卵同期化･定時人工授精技術を利用した方法（定時ET）は受胎率が46%であり、農場ごとの飼養環境と経営面を考慮する必要はあるが十分利用価値のある方法と思われた。

**表13　受胚牛の同期化と受胎成績**

| 同期化 | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|
| 無 | 115 | 62 | 53.9% |
| 有 | 73 | 33 | 45.2% |
| うち PG | 20 | 8 | 40.0% |
| CIDR | 3 | 2 | 66.7% |
| 定時 ET | 50 | 23 | 46.0% |

PG：プロスタグランディン $F_{2α}$の投与、
CIDR：膣挿入型プロジェステロン製剤の挿入と抜去

移植前発情時でのスタンディング発情確認及び排卵確認の有無と受胎成績について表14に示した。各区間に差は認められなかった。共同試験全体の成績[4)]では、スタンディング発情を確認した牛において、排卵を確認しない方がした方より有意に受胎率が高かったことから、スタンディング発情を観察できた場合、排卵確認は省略しても受胎率に影響を及ぼさないと推測された。

**表14　スタンディング発情及び排卵確認と受胎成績**

| スタンディング確認 | 排卵確認 | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|---|
| 有 | 有 | 43 | 22 | 51.2% |
| | 無 | 31 | 15 | 48.4% |
| 無 | 有 | 32 | 18 | 56.3% |
| | 無 | 33 | 17 | 51.5% |

＊定時 ET を除いた成績

移植時の黄体ランクとの関係を表15に示した。ほとんどがランク１、２であった。黄体ランク１、２、３については安定した受胎成績であった。ランク５の小型で硬い黄体を持つ受胚牛は共同試験全体の成績[4)]においても低い受胎率であった。

**表15　黄体ランクと受胎成績**

| ランク＊ | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|
| 1 | 79 | 38 | 48.1% |
| 2 | 84 | 45 | 53.6% a |
| 3 | 12 | 7 | 58.3% |
| 4 | 3 | 2 | 66.7% |
| 5 | 10 | 2 | 20.0% a |

＊）1：2㎝以上充実　2 :1.5㎝前後充実　3 :1.5㎝以上嚢腫様充実　4 :1.5㎝以上嚢腫様脆弱　5 :1.0㎝前後硬い
a：$p < 0.05$

⑷　移植状況の要因

麻酔の有無について、差は見られなかった。

移植所要時間についても、差は見られず、11分以上でも60%（３/５）の受胎成績であった。

移植部位と Suc 添加と受胎成績の関係を表16に示した。子宮角分岐部から５㎝以内の浅部移植で良好な受胎率が得られた。また、有意差はないものの Suc を添加しないものについては５㎝以下の浅部に移植することが良いと思われた（$p = 0.13$）。

**表16　移植部位と受胎成績**

| 移植部位＊ | Suc 添加 | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|---|
| ５㎝以下 | あり | 83 | 43 | 51.8% |
| ５㎝以下 | なし | 34 | 19 | 55.9% |
| ６～10㎝ | あり | 25 | 14 | 56.0% |
| ６～10㎝ | なし | 43 | 18 | 41.9% |
| 11㎝以上 | なし | 4 | 1 | 25.0% |

＊子宮角分岐部から

以上のことから、凍結溶液のタンパク成分は CS から BSA に代替でき、また、凍結溶液に0.1M 濃度の Suc を添加することで受胎率の高位安定化が期待できる。受胎率に及ぼす要因として、採胚から凍結処理開始までの時間があり、可能な限り短時間で行うことが重要と考えられた。

なお、本報告は「受胎率向上のための受精卵の凍結・融解方法の検討（2002－2004）」による成果である。

## 謝　辞

本研究の実施にあたり、移植をご協力いただいた県内各地の技術者及び農家の皆様に深謝いたします。

## 引用文献

1）吉羽宣明・福成和博：凍結媒液に添加するショ糖及びタンパク成分がウシ凍結・融解胚直接移植の受胎率に及ぼす影響．日本畜産学会講演要旨 ,103,103（2004）
2）福成和博・吉羽宣明：エチレングリコールとシュークロースを用いて凍結した胚の受胎率に影響する要因．東日本家畜受精卵移植技術研究大会講演要旨 ,20,36-37（2005）
3）吉羽宣明・福成和博：ウシ凍結胚のダイレクト移植による受胎率におよぼす要因．東日本家畜受精卵移植技術研究大会講演要旨 ,21,36-37（2006）
4）吉羽宣明：牛凍結胚ダイレクト移植の受胎率向上に向けた凍結・融解・移植方法の検討 .ET ニュースレター ,30,11-17（2006）

# 抗酸化作用を持つ中医薬処方である生脈散が体外受精胚の発生におよぼす影響

佐藤太郎[1]・内山保彦・藤原信子[2]・梅田雅夫[3]

現：[1]㈲蒲原家畜診療センター、[2]新潟県下越家畜保健衛生所、[3]新潟県中央家畜保健衛生所

# The effects of Chinese herbal medicine"Shenmaisan" as an antioxidat on vitro-production of bovine embryos

Taro SATO[1], Yasuhiko UCHIYAMA, Nobuko FUJIWARA [2] and Masao UMEDA [3]

[1] KANBARA Livestock Clinical Center
[2] NIIGATA KAETU Livestock Hygiene Service Center
[3] NIIGATA CHUO Livestock Hygiene Service Center

## 要　約

抗酸化作用を持つ生脈散（SMS）の体外発生（IVC）培地および体外受精（IVF）培地への添加が胚の発生に及ぼす影響を検討し、生脈散の体外受精への有効性を検討した。

10μ g/ml の SMS を添加した SOF および無添加の SOF を用いて体外受精を行った結果、IVC7日および8日の Blast 胚発生率は SMS-SOF、SOF それぞれ46.9±8.2%、37.0±9.0%および57.1±9.8%、47.4±7.8%であった。

５μ g/ml の SMS を添加した BO、あるいは無添加 BO 液を用いて体外受精を行った後の Blast 胚発生率は IVF 後6日では12.4±4.7%および7.3±5.8%、IVF 後7日では27.2±3.6%および19.9±3.9%、IVF 後8日では35.5±4.4%および31.9±4.4%であった。SMS を各培養液に添加することにより、Blast 胚発生率が向上する傾向が見られた。以上の結果から SMS が胚の発生に有効である可能性が示された。今後さらに SMS の添加時期および胚に対する作用を検討し、より効果的な使用法を検討する必要がある。

## 緒　論

近年、牛の胚移植技術は一般的な技術となり、和牛の繁殖、肥育素牛生産やホルスタインの育種改良に利用されるようになった。また、昨今の酪農情勢により、付加価値の高い胚移植による子牛生産に大きな期待が寄せられている。こうした背景の中で、胚を安定して確保し、牛胚移植技術を効果的に利用するためには体外受精胚の利用が必要不可欠である。しかし、体外で培養、生産された胚はその形態、細胞数、あるいは胚の生存性など、体内で発育した胚と必ずしも同等だとはいえない。

体外で胚の培養を行う際の培養環境は通常、５%$CO_2$、95%空気で行われ、そのため酸素濃度は大気中とほぼ同濃度の約20%である。しかし、本来、胚が発育する卵管、子宮内は大気中よりも酸素濃度が低い環境となっている[1)]。そのため体外で培養される胚は高い酸素濃度に暴露されているといえる。近年、この高い酸素濃度が胚にとって酸化ストレスとなり、胚の発生に有害であることが報告されている[2,3)]。

生脈散（シェンマイサン：SMS）は強いヒドロキシラジカルの消去作用と Glutathione peroxides 活性の亢進作用を有する中医薬処方で、動物の心臓や脳の酸化ストレス損傷を効果的に防御することが知られている[4,5)]。そこで、生脈散の体外発生培地および体外受精培地への添加が胚の発生に及ぼす影響を検討し、生脈散の体外受精への有効性を検討する目的で試験を行った。

## 材料および方法

### 実験１：体外発生（IVC）培地への SMS 添加

と場殺後３～４時間以内に卵胞から卵子を吸引し実験に用いた。体外成熟は10%子牛血清（CS）加 TCM-199を用い38.5℃、５%$CO_2$、95% air の気相下で18～20時間行った。体外受精（IVF）は５ mM カフェイン、５ IU/ml のヘパリンを添加した BO 液に500万個 /ml の濃度に精液を希釈し５～６時間行った。その後５%CS およびアミノ酸を添加した SOFaa（SOF）で IVC を行った。体外受精後48時間後から５% CS 加 SOF に10μ g/ml の生脈散添加した SMS-SOF あるいは５%CS 加 SOF を用いて体外受精後８日まで５%$CO_2$、95% 空気の気相下で培養し Blast 胚発生率を比較した。

### 実験２： IVF 培地への SMS 添加

と場で採取した卵巣を24時間保存後卵子を回収し実験に用いた。体外成熟培養は実験１と同様に行なった。IVF は実験１で用いた BO 液に５μ g/ml の SMS を添加した SMS-BO、あるいは SMS を添加していない BO 液を用いて行い Blast 胚発生率を比較した。なお IVC は５%CS 加

CR1aaを用い５％$O_2$、５％$CO_2$、90％$N_2$の気相下で行った。

## 結果および考察

### 実験１：IVC培地へのSMS添加による胚発生への効果

SMSのIVC培地への添加後の体外受精７日および８日のBlast胚発生率はSMS-SOF、SOFそれぞれ46.9±8.2%、57.1±9.8%および37.0±9.0%、47.4±7.8%で、IVC培地へのSMS添加によりIVF後７日目および８日目のBlast胚発生率が向上する傾向が観察された（図１）。胚への酸化ストレスに関する他の研究で、活性酸素除去酵素、あるいは還元作用を持つビタミンE、β－メルカプトエタノールなどの低分子チオール類の培養液への添加が体外での胚の発育に有効であることが報告されている[2,7,8]。今回用いたSMSも強い抗酸化能を持ち、脳梗塞や心筋梗塞で見られる、虚血-再環流時の強い酸化ストレスを効果的に抑制することが知られている[5,6]。今回の試験では、胚へのはっきりとした効果や、作用機序などは明らかにはできなかったが、SMSの抗酸化作用が胚の発育に好影響を及ぼしたのではないかと推察された。

### 実験２：IVF培地へのSMS添加による分割率および胚発生率

IVF48時間後の分割率はSMS-BOおよびBOで、それぞれ56.2±6.8%、58.6±9.2%と差は見られなかった（図２）。Blast胚発生率はIVF後６日で12.4±4.7%および7.3±5.8%、IVF後７日では27.2±3.6%および19.9±3.9%、IVF後８日では35.5±4.4%および31.9±4.4%で、IVF培地へのSMS添加によりBlast胚発生率が向上する傾向が観察された（図３）。

IVF後48時間での分割率に差が見られなかったことから、SMSは精子の卵子進入に関する酵素反応や前核形成などの受精に関連した反応に悪影響をおよぼす可能性は少ないと考えられた。

また，胚の発育も向上する可能性が見られた。このことは５～６時間の比較的短い時間でも酸素濃度は胚の培養環境を考える上で重要であるのではないかと考えられた。特に、受精時は、Caウォッシレーション[9]などに代表される様々な反応が劇的に開始する時であり、酸素濃度の影響も受けやすいのかもしれない。

以上のように、SMSの胚発育に対する影響を完全に明らかにすることができなかったが、胚の体外培養における抗酸化剤として使用することは可能であると考えられた。ただし、実用化のためには、作用機序の解明などさらに検討が必要であろう。

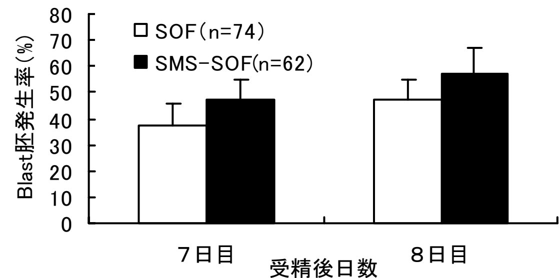



**図１　体外発生培養への10μg/ml生脈散添加による胚盤胞発生率**

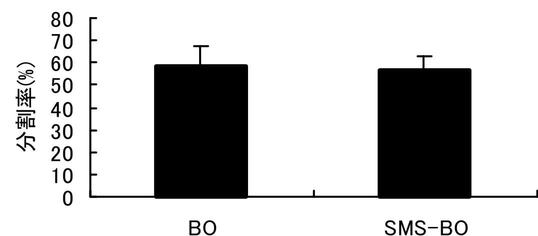



**図２　体外受精培地への５μg/ml生脈散添加による体外受精48時間後の分割率**

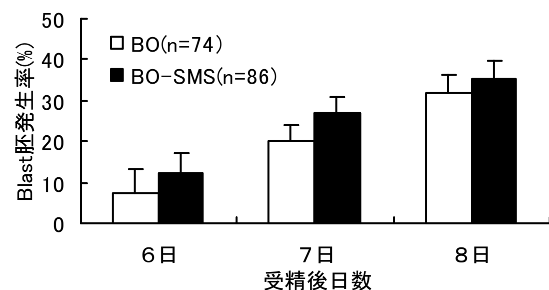



**図３　体外受精培地への５μg/ml生脈散添加による胚盤胞発生率**

## 参考文献

１）Mastroianni J et al. : Oxygen tension within the rabbit fallopian tube. J Reprod. Fertil. 99-102 （1965）

２）Gardiner C・Reed D : Status of glutathione during oxidant induced oxidative stress in the preimplantation mouse embryo. Biol. Reprod. 51（６）: 1307-1314 （1994）

３）Nagao Y・Saeki K : Effects of oxygen concentration and oviductal epithelial tissue on the development of in vitro matured and fertilized bovine oocytes cultured in protein-free medium. Theriogenology 41（３）: 681-687 （1994）

４）Ichikawa H・Wang X : Role of component herbs in antioxidant activity of shengmai san a traditional Chinese medicine formula preventing cerebral oxidative damage in rat. Am J Chin Med. 31（４）：509-21（2003）

５）Ichikawa H・Konishi T : In vitro antioxidant potentials of traditional Chinese medicine, Shengmai San and their relation to in vivo protective effect on cerebral oxidative damage in rats. Biol Pharm Bull. Jul;25（７）：898-903（2002）
６）Xuejiang W・Magara T : Prevention and repair of cerebral ischemia-reperfusion injury by Chinese herbal medicine, shengmai san, in rats. Free Radic Res. Nov;31（５）：449-55（1999）
７）Olson E・Seider E : Vitamin E improves development of bovine embryos produced in vitro. Theriogenology 43（１）：289（1995）
８）Takahashi M・Nagai T : Effect of thiol compounds on in vitro development and intercellular glutathione content of bovine embryos. Biol. Reprod. 49：228-232（1993）
９）Miyazaki S・Yuzaki M : Block of Ca ２＋wave and Ca ２＋oscillation by antibody to the inositol 1,4,5-trisphosphate receptor in fertilized hamster eggs. Science. Jul 10;257（5067）：251-255（1992）

# 生体内卵子吸引技術を利用した優良牛の生産

佐藤太郎[1]・内山保彦・佐藤義政[2]・藤原信子[3]・中川邦昭・梅田雅夫[4]

現：[1] ㈲蒲原家畜診療センター、[2]新潟県妙法育成牧場、
[3]新潟県下越家畜保健衛生所、[4]新潟県中央家畜保健衛生所

# Production of predominant cattle by OPU-IVF-ET

Taro SATO[1], Yasuhiko UCHIYAMA , Yoshimasa SATO[2],
Nobuko FUJIWARA[3], Kuniaki NAKAGAWA and Masao UMEDA [4]

[1] KANBARA Livestock Clinical Center
[2] NIIGATA MYOHO Livestock Ranch
[3] NIIGATA KAETU Livestock Hygiene Service Center
[4] NIIGATA CHUOU Livestock Hygiene Service Center

## 要　　約

現地生産者、現地技術者及び、当センターの３者が協力し、県内の優秀な肉用牛と高能力乳用牛から、牛生体内卵子吸引（OPU）－体外受精（IVF）－胚移植（ET）技術を利用し後継牛の作出、及び作出効率と地域との連携法について検討した。黒毛和種では、19回搬入され、11頭延べ79頭から639個の卵子を採取し126個の胚が生産された。平成18年末までに新鮮胚、保存胚でそれぞれ62頭、42頭に移植し、28頭、17頭が受胎し、合計19頭の産子が得られた。雌は後継牛として活用され、雄２頭も種雄牛候補になり活躍が期待されている。ホルスタイン種では、８回搬入され２頭延べ９頭から80個の卵子を採取し、13個の胚が生産され、うち７個の胚を性判別した。平成18年末までに７頭に移植し、雌判別胚１個が受胎、分娩し、後継牛が作出された。多くの産子が得られた背景には、OPU-IVF-ET 技術過程がすべて確実に行われたこと、地域の生産努力、及び地域が優良遺伝子を保有していたことが重要な要素であったと推測された。

## はじめに

県内には、全国枝肉共励会で名誉賞１回、優秀賞４回を受賞している優秀な肉用牛ファミリーや高能力乳用牛が存在する。これらの牛は高齢化などの理由により採胚や繁殖に供することが困難で後継牛作出が難しい状況にあった。

そこで、現地生産者と現地技術者と当センターの３者が協力し、OPU-IVF-ET 技術を利用し後継牛の作出、及び作出効率と地域との連携法について検討した。

## 材料及び方法

### １　OPU 実施牛

黒毛和種11頭、ホルスタイン種２頭に実施した。牛は OPU 当日当センターに搬入し、OPU を実施後現地に戻された。１回あたり２～６頭の OPU を実施した。

### ２　実施期間

OPU-IVF、性判別成績：H15.4.1～ H17.3.31
ET、分娩成績：H15.4.1～ H18.12.31

### ３　OPU 操作

OPU 実施牛には尾椎硬膜外麻酔を施した。採卵針（ミサワ医科工業社）を取り付けたプローブ（7.5MHz、FHK 社）を挿入し、超音波画像診断装置（ALOKA 社）で卵胞を確認しながら採卵針を卵胞に穿刺し、吸引器（COOK 社）により卵胞液とともに卵子を回収した。潅流液は、10単位 /ml ヘパリンナトリウム（富士製薬工業）、１％牛血清（GIBCO）、及び抗生物質を加えた乳酸リンゲル液を用いた。

### ４　体外受精及び培養方法

成熟培養・媒精・発生培養は、「エンブリオパック」非共培養完全セット及び媒精液 G セット（機能性ペプチド研究所）を用いた。精液は、黒毛和種には家畜改良事業団の凍結精液、ホルスタイン種には輸入凍結精液を用いた。

### ５　移植及び保存

発生した胚は新鮮胚移植のため現地技術者まで輸送し、それ以外の胚は、斉藤ら[1,2]の方法に準じてガラス化保存した。ガラス化保存した胚は、当センターまたは現地技術者が常法により加温し、移植した。

## 結　果

### 1　OPU 成績

表１に示すように、黒毛和種では19回の搬入で11頭（延べ79頭）の OPU を実施し、639個の卵子を採取した。ホルスタイン種は８回の搬入で OPU を２頭（延べ９頭）実施し80個の卵子を採取した。

**表１　OPU 成績**

| 品種 | 搬入回数 | 頭数（延べ） | 吸引卵子数 |
|---|---|---|---|
| 黒　毛　和　種 | 19 | 11（79） | 639 |
| ホルスタイン種 | 8 | ２（９） | 80 |

### 2　IVF 成績及び性判別成績

IVF 成績は表２に示すように、黒毛和種では521個を培養し分割数（率）は273個（52.4％）、移植可能な胚数（率）は126個（26.6％）であった。ホルスタイン種では70個培養し分割数（率）22個（31.4％）、移植可能な胚数（率）は13個（18.6％）であった。また、この成績の中には種雄牛により、極端に分割率、移植可能な胚率が低い個体３頭（黒毛和種２頭、ホルスタイン種１頭）が認められた。

ホルスタイン種で移植可能な胚13個のうち７個について性判別を実施した。その結果、雌５個、雄１個、判定不能１個であった。

**表２　体外受精成績**

| 品種 | 培養数 | 分割数（率） | 移植可能胚数(率) |
|---|---|---|---|
| 黒　毛　和　種 | 521 | 273（52.4％） | 126（26.6％） |
| ホルスタイン種 | 70 | 22（31.4％） | 13（18.6％） |

### 3　移植成績

表３に示すように、黒毛和種胚は、新鮮胚64個を62頭（うち２胚卵移植２頭）に移植し、ガラス化保存後加温胚（保存胚）を42頭に移植した。それぞれ28頭、17頭の受胎が認められた。ホルスタイン種胚は、保存胚を７頭に移植し、１頭受胎（雌判別胚）を認めた。

**表３　移植成績**

| 胚 | | 移植頭数 | 受胎頭数 | 受胎率 |
|---|---|---|---|---|
| 黒　毛　和　種 | 新鮮胚 | 62 | 28 | 45.2% |
| | 保存胚 | 42 | 17 | 40.5% |
| ホルスタイン種 | 保存胚 | 7 | 1 | 14.3% |

### 4　生産成績

黒毛和種は19頭の正常産子を得ることができた。しかし、流産が14頭、死産６頭（一卵性双子２組含む）、虚弱子１頭及び分娩事故１頭（子宮捻転）であった。

ホルスタイン種は性判定どおり雌１頭の正常産子を得ることができた。

## 考　　察

県内生産者が保有する繁殖能力の低下した優秀な雌牛から、OPU-IVF-ET 技術を利用し、２年間で黒毛和種11頭、延べ79頭、ホルスタイン種２頭、延べ９頭から、それぞれ639個、80個卵子を採取し、126個、13個の移植可能な胚を作出した。この成績は、低ランク卵子も含め培養したことと、発生率の低い精液を利用したことにより、移植可能な胚率がやや低い傾向にあった。

生産された胚の移植成績（受胎率）は黒毛和種で43. 3％、ホルスタイン種で14. 3％であった。黒毛和種において受胎率が比較的良好であった要因として、新鮮胚移植割合が60％と高く、地域での受胚牛の確保が可能であったことが上げられた。

平成18年末までに OPU-IVF-ET 技術を活用し20頭の産子が得られた。１回 OPU 換算では、黒毛和種で0.24頭、ホルスタイン種で0.11頭の生産効率であった。生産された雌は後継牛として活用され、雄も２頭種雄牛候補になり活躍が期待されている。しかし、今回正常に分娩し発育した産子のほかに、妊娠鑑定（40日）後の流産が14頭と多くみられ、また、分娩後虚弱子による死亡１頭と、１卵性双子２組４頭を含む６頭の早・死産が認められた。また、今回用いたガラス化保存は、移植の際ガラス化溶液を除去しなければならず、時間と熟練した人員の確保が必要であった。これらの問題を含め、OPU-IVF-ET 技術には、課題が残されており、今後解決しなければならない。

今回は地域とセンターの距離が離れていたことによる人員と車の確保や OPU 実施牛のセンター内施設利用方法等の問題があったが、現地と連携し子牛を作出する行程を構築することができた。

最後に、多くの産子を得ることができた背景には、生産者の適切な牛の管理、長距離の運搬、OPU-IVF、雌雄判別、胚移植、保存などすべての技術が確実に行われたと考えられた。また、地域の生産努力と県内生産者が高い優良遺伝子を保有していたことが重要な要素であった。生産者及び関係機関が連携し、OPU-IVF-ET 技術を利用することで、地域にある優良遺伝子の活用がさらに図られると思われた。

## 謝　辞

本研究を実施するにあたり、ご協力いただいた堀俊明獣医師及び関係した県内農家の皆様に深謝いたします。

## 引用文献

１）斉藤則夫・今井　敬　：　ガラス化溶液への種々の単糖類添加による牛体外受精由来胚の生存性への影響 , 低温生物工学学会誌 , 43（１）,34-39（1997）

２）Saito N・Imai K : Effect of sugars-addition on the survival of vitrified bovine blastocysts produced in vitro,　Theriogenology , 41（５）,1053-60（1994）

# 「ニホンカイＬ２」初産授乳豚の飼料摂取量と授乳日数が発情再帰に及ぼす影響

高橋朋子[1]・佐野　晃[2]・田村祐一・森山則男[3]

現：[1]新潟県新発田振興局農業振興部・[2]新潟県妙法育成牧場
[3]新潟県農業大学校

# The effect of the feed intakes and the nursing days on estrous recurrence of the first childbirth nursing pig strain"NIHONKAI L2"

Tomoko TAKAHASHI,Akira SANO,Yuichi TAMURA and Norio MORIYAMA

[1] Niigata Shibata Regional Promotion Bureau Agricultural Management Promotion Division
[2] Niigata Myoho Livestock Ranch
[3] Niigata Agricultural Junior College

## 要　　約

繁殖母豚の授乳期の養分充足は、離乳後の発情を的確に誘起させる上で特に重要とされている。そこで、飼料摂取量と授乳日数が授乳豚の体重、背脂肪厚、発情再帰日数と子豚の発育に与える影響について検討した。冬期間 DE 充足率の126.3％と139.6％を比較すると、139.6％の方で10.5日発情再帰が早かった。授乳日数は21日間と28日間を比較すると、子豚の離乳時体重に差は出るものの60日齢体重での差はなく順調な発育で推移したが、28日間の方では体重と背脂肪厚の減少量が大きく、発情再帰日数が3.5日遅延する傾向が見られた。

## はじめに

繁殖母豚の授乳期の養分充足は、離乳後の発情を的確に誘起させる上で特に重要とされている。授乳豚は、母体の維持と泌乳のために多量の養分が必要であるが、泌乳に必要とされる養分量の摂取が不足しても、不足分を補うために母体の蓄積養分を乳の生産に利用する[1)]。その場合、離乳時の母豚体重は減少し、減少率が５～15％の範囲からはずれると発情再帰が遅れることが多い[2)]。そのため、妊娠期間中の適度な養分蓄積と授乳期間中の養分摂取量の確保は重要である。また、授乳期間は通常３～４週間程度であるが、長くなると体重の減少量が大きくなる。

新潟県ではランドレース種系統豚「ニホンカイＬ２」を作出し[3)]、肉豚の三元交配の母系品種として県内養豚農家から利用されている。「ニホンカイＬ２」は子豚の離乳時体重が授乳期間25日で約７kg と大きいことから、泌乳量も多いと考えられる。しかし、養分要求量は明らかにされておらず、日本飼養標準をそのまま利用してしまうと本来の繁殖能力を十分に発揮できずに淘汰、廃用されることが懸念され、系統豚が新潟県の養豚農家の生産性向上に十分寄与できない可能性がある。そこで、授乳期の飼料摂取量と授乳日数が、母豚体重、脂肪蓄積量及び発情再帰日数に及ぼす影響について検討した。

## 材料と方法

### 試験１：飼料摂取量が、母豚体重、脂肪蓄積量及び発情再帰日数に及ぼす影響

⑴　供試豚

当センターで飼養しているランドレース種系統豚「ニホンカイＬ２」初産豚30頭を用い、表１のとおり、飼料摂取量によって、4.9kg を試験区１、5.5kg を試験区２、6.0kg を試験区３に、それぞれ10頭を振り分けた。

⑵　供試飼料

授乳豚には CP14.5％ TDN 72％の市販配合飼料を給与した。

⑶　飼養管理方法

妊娠期の供試豚は、1.8ｍ×3.5ｍの豚房で単飼を行い、分娩予定１週間前に分娩豚舎へ移動、分娩柵0.6×2.5ｍのある豚房で２月上旬から３月上旬に分娩させた。授乳期間の飼料は朝晩２回給与し、水は自由飲水とした。授乳期間は25日間とした。授乳期の子豚への飼料給与は、各区とも３日齢から市販の人工乳（CP23％TDN90％）を自由摂取させた。離乳後は絶食せず、発情再帰まで2.5～3.0 kgを給与した。

⑷　調査項目及び方法

授乳豚の飼料摂取量を毎日、体重は分娩１週間前、離乳時の２回測定し、背脂肪厚（Ｐ２点の第２脂肪層）測

定は分娩後と離乳時に超音波測定装置によって行った。発情再帰日数は、分娩後に雄を許容した日とした。子豚の体重測定は出生時、25日離乳時に行った。

**試験２：授乳日数が、母豚体重、脂肪蓄積量及び発情再帰日数に及ぼす影響**

⑴　供試豚

当センターで飼養しているランドレース種系統豚「ニホンカイＬ２」初産豚20頭を用い、授乳日数21日と28日の２区にそれぞれ10頭を配置した。

⑵　供試飼料

試験１と同じ飼料を用いた。

⑶　飼養管理方法

妊娠期の供試豚は、1.8ｍ×3.5ｍの豚房で単飼を行い、分娩予定１週間前に分娩豚舎へ移動し、分娩柵0.6×2.5ｍのある豚房で２月上旬から３月上旬に分娩させた。飼料はやや残る程度に朝晩２回給与し、水は自由飲水とした。授乳期間は一般的な授乳期間とされている３～４週のうち、21日間と28日間とした。授乳期の子豚への飼料給与は、各区とも３日齢から市販の人工乳（CP23%TDN90%）を自由摂取させた。離乳後は絶食せず、発情再帰まで2.5～3.0kg を給与した。

⑷　調査項目及び方法

授乳豚の飼料摂取量を毎日、体重は分娩１週間前と離乳時の２回測定し、背脂肪厚（Ｐ２点の第２脂肪層）測定は分娩後と離乳時に超音波測定装置によって行った。発情再帰日数は、分娩後に雄を許容した日とした。子豚の体重測定は出生時、離乳時（21日齢または28日齢）および60日齢時に行った。

## 結果及び考察

**試験１：飼料摂取量が、母豚体重、脂肪蓄積量及び発情再帰日数に及ぼす影響**

各試験区の DE 充足率は試験区１が113.0%、試験区２が126.3%、試験区３が139.6%であった。

繁殖成績と発情再帰日数を表２に示した。試験区１は、ほ乳開始頭数で試験区３と離乳頭数で試験区２と比較して有意に少なく、当試験の考察から除外することとした。発情再帰日数は試験区２、19.5日に対し、試験区３は9.0日で10.5日発情再帰が早かった（P<0.05）。

体重の推移と体重の増減を表３に示した。試験区２の豚はやや小さかったが、区間に体重増減の有意な差は見られなかった。

脂肪蓄積の状況を表４に示した。背脂肪厚は分娩－離乳間で大きな変動は見られなかった。

授乳豚は、必要な養分量を摂取できなくても泌乳を優先するため、蓄積養分を分解放出し体重が減少するが、当試験ではそれらに必要な養分をある程度摂取できたため、体重や脂肪に大きな減少がなかったものと推測される。試験区３の DE 充足率139.6%で発情遅延を抑えられたことから、約40%増の要求量と考えられるが、一般に冬期間（12－３月）には20%増とすることを加味すると、実際には DE 要求率の20%増で発情遅延を防ぐことができると推測された。ただし、この充足率は本試験の供試豚にとっての摂取限界量であり、更に充足率を上げるためには高エネルギー飼料を用いた検討が必要である。

**表１　飼料摂取量**

| 区 | 飼料摂取量（kg） | DE 充足率（%） |
|---|---|---|
| （試験区１ | 4.9±0.4 | 113.0±8.7） |
| 試験区２ | 5.5±0.1 | 126.3±3.4[A] |
| 試験区３ | 6.0±0.4 | 139.6±8.6[B] |

値は平均値±標準偏差　異符号間に有意差有り（P<0.01）

**表２　繁殖成績と発情再帰日数**

| 項目 | 試験区１ | 試験区２ | 試験区３ |
|---|---|---|---|
| ほ乳開始頭数 | 6.3±3.1[a] | 8.5±2.8[ab] | 9.2±2.1[b] |
| 離乳頭数 | 5.5±2.1[a] | 7.7±1.7[b] | 7.7±2.7[ab] |
| 生時体重（頭・kg） | （1.4±0.4） | 1.2±0.2 | 1.3±0.2 |
| 離乳時体重（頭・kg） | （7.1±1.5） | 6.4±1.5 | 7.1±1.3 |
| 発情再帰日数 | （22.4±17.1） | 19.5±14.3[a] | 9.0±3.3[b] |
| 発情遅延頭数 | （７） | 6 | 2 |

値は平均値±標準偏差　異符号間に有意差あり（P<0.05）
発情遅延頭数は、発情再帰日数12日以上の頭数

**表３　体重の推移**　単位（kg）

| 区 | 分娩１週間前 | 離乳時 | 体重増減 |
|---|---|---|---|
| （試験区１ | 180.4±11.2 | 182.3±11.8 | 1.9±10.1） |
| 試験区２ | 174.4±15.8 | 174.9±18.9 | 0.6±7.1 |
| 試験区３ | 185.1±9.6 | 181.0±14.4 | －4.1±13.6 |

値は平均値±標準偏差　体重増減は、離乳時体重－分娩１週間前体重

**表４　背脂肪厚による脂肪蓄積の状況**　単位（mm）

| 区 | 分娩後 | 離乳時 | 背脂肪厚増減 |
|---|---|---|---|
| （試験区１ | 14.6±2.5 | 15.0±4.0 | 0.4±2.3） |
| 試験区２ | 14.5±3.9 | 13.6±3.3 | －0.9±1.6 |
| 試験区３ | 15.5±2.5 | 14.8±2.9 | －0.7±3.1 |

値は平均値±標準偏差　背脂肪厚増減は、離乳時背脂肪厚－分娩後背脂肪厚

**試験２：授乳日数が、母豚体重、脂肪蓄積量及び発情再帰日数に及ぼす影響**

繁殖成績と子豚体重および発情再帰日数を表５に示した。子豚のほ乳開始および離乳頭数に差はなかった。離乳時体重は授乳21日区が有意に低いが、授乳期間が短いためであり、60日齢体重では差がなかった。発情再帰日数は授乳28日区で3.5日長くなる傾向を示した。発情遅延頭数も授乳21日区の２頭に対して、授乳28日区では５頭であった。

飼料摂取量を表６に示したとおり、両区に差はなかった。

授乳豚の体重推移を表７に示した。授乳28日区では分娩１週間前から離乳時までの体重減少量が多い傾向が見られたが、これは泌乳に必要なエネルギーを体内蓄積養分から得たものと思われる。その裏付けとして、表８のとおり、授乳28日区では背脂肪厚がより減少する傾向が見られた。

**表５　繁殖成績と子豚体重および発情再帰日数**

| 項　　目 | 授乳21日区 | 授乳28日区 |
|---|---|---|
| ほ乳開始頭数 | 9.8±2.5 | 8.6±1.9 |
| 離乳頭数 | 8.6±2.2 | 8.1±1.7 |
| 生時体重（頭・kg） | 1.4±0.1 | 1.3±0.2 |
| 離乳時体重（頭・kg） | 5.8±1.0A | 8.0±1.2B |
| 60日齢体重（頭・kg） | 24.4±3.2 | 26.0±3.3 |
| 発情再帰日数 | 8.7±3.6 | 12.2±6.5 |
| 発情遅延頭数 | 2 | 5 |

値は平均値±標準偏差　異符号間に有意差あり（$P<0.01$）
発情遅延頭数は、発情回帰日数12日以上の頭数

**表６　飼料摂取量**

| 区 | 飼料摂取量（kg） | 飼料摂取量 /BW（%） |
|---|---|---|
| 授乳21日区 | 6.5±0.5 | 3.6±0.3 |
| 授乳28日区 | 6.7±0.5 | 3.7±0.1 |

値は平均値±標準偏差　BW は分娩後12時間以内の体重

**表７　体重の推移**　単位（kg）

| 区 | 分娩１週間前 | 分娩後 | 離乳時 | 体重差 |
|---|---|---|---|---|
| 授乳21日区 | 187.8±11.1 | 182.1±10.8 | 181.8±13.4 | −6.0±6.9 |
| 授乳28日区 | 192.1±10.9 | 182.8±11.7 | 181.0±8.3 | −11.1±8.1 |

値は平均値±標準偏差　体重差は、離乳時体重－分娩１週間前体重

**表８　背脂肪厚による脂肪蓄積の状況**　単位（㎜）

| 区 | 分娩後 | 離乳時 | 背脂肪厚差 |
|---|---|---|---|
| 授乳21日区 | 13.6±2.2 | 13.5±1.9 | −0.1±1.1 |
| 授乳28日区 | 15.1±2.5 | 13.4±2.2 | −1.7±2.5 |

値は平均値±標準偏差　背脂肪厚差は、離乳時背脂肪厚－分娩後背脂肪厚

以上の結果から、「ニホンカイＬ２」の初産母豚授乳期には、発情再帰の遅延を防ぐため DE 充足率を120%程度を基本に冬期間は更に20%程度増量することが望ましい。これは柴田らが「ニホンカイ」の授乳期で日本飼養標準の10%増量でも不足するという報告[4]をしているが、新系統豚の「ニホンカイＬ２」でも同様の結果といえる。なお、DE 充足率120%とすると、TDN72%の供試飼料では摂取限界に近いため、授乳子豚頭数が極端に少ない場合を除いて不断給餌としても差し支えない。

また、21日間と28日間の授乳日数の場合では、子豚の発育に差はなく、21日間にした方が母豚の蓄積養分の利用が少なくなり、発情再帰の遅延を抑えられることが示唆された。

## 参考文献

１）独立行政法人農業･生物系特定産業技術研究機構編：日本飼養標準・豚，（2005）
２）日本農産工業株式会社中央研究所編：繁殖豚用飼養マニュアル，（1995）
３）柴田宏・高添由起子・市川理恵子・石川由貴・古川武・鈴木進・中川忠雄・本間紀之・鈴木ひろみ・梅田雅夫・佐藤義政・阿部渉・小川泰・宮腰雄一・大畑博義・楠原征治：系統豚「ニホンカイＬ２」の造成とその特徴，新潟県農業総合研究所畜産研究センター研究報告、第14号３-11，（2003）
４）柴田宏・小川泰・五十嵐眞哉・中川忠雄：母豚の妊娠期から授乳期の飼料給与量の相違が長期繁殖に及ぼす影響，新潟県畜産試験場研究報告，第12号20-25，（1998）

# 繊維分解酵素が肥育豚の発育および消化率に及ぼす影響

佐野　晃[1]・高橋朋子[2]・田村祐一・森山則男[3]・三輪岳宏[4]・楠原征治[5]

現：[1]新潟県妙法育成牧場・[2]新潟県新発田地域振興局農業振興部
[3]新潟県農業大学校・[4]明治製菓株式会社・[5]新潟大学農学部

# The effect of feeding feeds added cellulase on growth and digestibility of the fattening pigs.

Akira SANO,Tomoko TAKAHASHI,Yuichi TAMURA,Norio Moriyama,
Takehiro MIWA and Seiji KUSUHARA

[1] Niigata Myoho Livestock Ranch
[2] Niigata Shibata Regional Promotion Bureau Agricultural Management Promotion Division
[3] Niigata Agricultural Junior College
[4] Meiji Seika Kaisha,Ltd
[5] Faculty of Agriculture,Niigata University

## 要　　約

県内養豚農家は規模拡大が進み、1戸当たり年間約800t の豚ぷんが発生している。また豚ぷんには重金属などの環境負荷物質も含まれることから、豚ぷん排せつ量および環境負荷物質の低減を目的に繊維分解酵素（明治製菓株式会社製セルラーゼ1kg 中2,800,000繊維糖化力単位）を飼料に0.03%上乗せ添加し、発育および消化率について調査した。発育試験は体重45-70kg の間、繊維分解酵素を添加すると日増体量が増加する傾向を示し、飼料要求率も改善される傾向を示した。体重60kg 時の消化試験では、繊維分解酵素を添加すると、乾物消化率が高まる傾向を示し、ふん量の減少が示唆された。また、粗蛋白質も消化率が高まる傾向が見られ、窒素排泄量の低減が期待される。粗繊維、リン、亜鉛も、繊維分解酵素を添加することにより消化率は高い値を示したが、バラツキが大きく有意な差とならなかった。

## はじめに

新潟県の養豚は、平成18年に195経営体、頭数204,400頭で１経営体当たり1,048頭となっている。単純にふん尿処理施設の規模算定をする際の肥育豚のふん排せつ量2.1㎏/日[1]を1,048頭に乗じると、１日１経営体当たりのふん量は2,201㎏となり、年間約800ｔのふんが発生していることになる。

また、豚ぷんは、リン含有量が多く、銅と亜鉛も高濃度に含まれていることが指摘されている。これらは、堆肥化処理し耕地へ施用した際に、土壌集積やその流出により、環境汚染が懸念される。リンは植物飼料原料中にフィチンリンの形で存在し、豚の消化管内には、このフィチンリンを加水分解する酵素であるフィターゼがほとんど存在しないため消化性が低く、その多くは利用されずに体外に排せつされている[2]。

また、銅及び亜鉛は、豚の成長促進、飼料効率の改善およびふん性状の改善のために要求量を上まわる量が飼料に添加されてきた。環境保全型農業を推進していく中で、飼料製造業界は昭和60年から銅と亜鉛の添加上限量の自主規制を行い、更に平成10年４月の見直しで、上限添加量を、ほ乳期子豚育成用配合飼料（体重30㎏以下）で銅125ppm、亜鉛120ppm、子豚育成用配合飼料（体重30～70㎏）で銅45ppm、亜鉛50ppm、肉豚肥育用配合飼料（体重70㎏以上）と種豚用配合飼料（60㎏以上）で銅10ppm、亜鉛50ppm としている。しかしこれらは、日本飼養標準・豚（2005年版）で示されている要求量を上回っており、豚ぷん中の銅及び亜鉛による土壌汚染が懸念されているところである。排せつ量の低減方法は２つに分けられ、過剰な給与を避けることと消化吸収率を高めることである[3]。

そこで、豚ぷん量、リン、亜鉛および銅を同時に低減させることを目的に、繊維分解酵素（明治製菓株式会社製セルラーゼ１㎏中2,800,000繊維糖化力単位）の飼料添加が、肥育豚の発育や消化率に及ぼす影響について検討を行った。

## 材料と方法

### 試験１：発育試験

⑴　供試豚

当センターで飼養しているランドレース種系統豚ニホンカイＬ２の雄去勢豚８頭を用い、対照区と試験区にそれぞれ４頭を配置した。試験開始時の日齢および体重の範囲は、表１のとおりである。

⑵　供試飼料

配合割合及び成分組成は表２に示したとおり、トウモロコシとマイロ、大豆粕を主体とした飼料[4]を対照区に給与し、試験区はこの飼料に繊維分解酵素を0.03%上乗せ添加した。

**表１　供試豚の試験開始時日齢及び体重**

| 発育試験区 | 頭　数 | 日　齢 | 体重（kg） |
|---|---|---|---|
| 対照区 | 4 | 91.3±4.6 | 45.8±0.1 |
| 試験区 | 4 | 88.8±5.3 | 45.9±0.5 |

値は平均値±標準偏差

**表２　供試飼料の配合割合及び成分組成**

| 原　　料 | 配合割合（%） | 成分組成（原物中設計値） | |
|---|---|---|---|
| トウモロコシ | 62.41 | ＣＰ（%） | 14.0 |
| マイロ | 15.00 | ＤＥ（Mcal ／kg） | 3.47 |
| フスマ | 5.00 | Ｃａ（%） | 0.58 |
| 大豆粕 | 9.05 | Ｐ（%） | 0.41 |
| ナタネ粕 | 3.00 | ＮｐＰ（%） | 0.20 |
| 魚粉（CP65%） | 2.00 | アミノ酸組成（%） | |
| 動物性油脂 | 1.65 | アルギニン | 0.76 |
| 炭酸カルシウム | 1.00 | ヒスチジン | 0.37 |
| リン酸二石灰 | 0.18 | イソロイシン | 0.51 |
| 食塩 | 0.20 | ロイシン | 1.29 |
| ビタミンＢ群[1] | 0.10 | 有効リジン | 0.71 |
| ビタミンＡＤＥ[2] | 0.10 | 有効メチオニン+シスチン | 0.47 |
| 微量ミネラル[3] | 0.10 | フェニルアラニン+チロシン | 1.08 |
| 塩酸Ｌ－リジン | 0.17 | 有効トレオニン | 0.45 |
| Ｌ－トリプトファン | 0.01 | トリプトファン | 0.16 |
| Ｌ－トレオニン | 0.03 | バリン | 0.65 |

１）１kg 中；硝酸チアミン1.0g、リボフラビン7.0g、塩酸ピリドキシン0.5g、ニコチン酸アミド6.0g、D-パントテン酸カルシウム10.9g、塩化コリン57.6g

２）１kg 中；ビタミンＡ 10,000IU、ビタミンＤ３ 2,000IU、酢酸 dl- α- トコフェロール10mg

３）１kg 中；Mn50g、Fe50g、Cu10g、Zn60g

⑶　飼養管理方法

供試豚の管理は、体重30kgから単飼し市販飼料を給与しながら健康状態等に異常がないことを確認したのち、平成17年６月16日以降に体重45kgに達した時点で試験に用い体重70kg到達で試験を終了した。供試飼料の給与量は、体重の4.3%[5]を制限給与し、水は自由飲水とした。

⑷　調査項目及び方法

日増体量及び飼料要求率とした。体重は、試験開始後毎週１回飼料給与前に測定した。飼料摂取量は毎朝残飼を確認し、重量を測定したのち給与量から差し引いた。

**試験２：消化試験**

⑴　供試豚

当センターで飼養しているランドレース種系統豚ニホンカイＬ２の雄去勢豚16頭を用い、対照区と試験区にそれぞれ８頭を配置した。試験開始時の日齢および体重の範囲は、表３のとおりである。

⑵　供試飼料

試験１と同じ飼料を用いた。

⑶　飼養管理方法

供試豚の管理は、体重60kg から単飼し、予備期として平成17年６月21日から５日間経過後、本試験期５日間とした。供試飼料は、予備試験開始体重の４%を試験終了まで給与した。水は自由飲水とした。

⑷　調査項目及び方法

飼料摂取量、ふん排せつ量および消化率とした。ふんは全ふん採取法で５日間採取し、60℃で通風乾燥した。その後、２日間風乾し、１mm メッシュで粉砕混合して分析用試料とした。消化率は、乾物および粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、リン、亜鉛、銅とした。供試飼料およびふんについて、水分は135℃２時間乾燥法で、粗脂肪はソックスレーによるエーテル抽出法、粗繊維はファイバーテック、また、粗蛋白質はケルテックオートを用い分析した。リン、亜鉛、銅については、ICP 分析による多項目同時分析を行った。

**表３　供試豚の試験開始時日齢及び体重**

| 消化試験区 | 頭数 | 日齢 | 体重（kg） |
|---|---|---|---|
| 対照区 | 8 | 97.5±3.2 | 60.7±3.9 |
| 試験区 | 8 | 96.4±4.2 | 60.6±3.5 |

値は平均値±標準偏差

## 結果及び考察

**試験１：発育試験**

発育試験の結果を表４に示した。日増体量は、有意な差は認められないものの試験区で、日増体量が7.7%高まる傾向を示した。飼料要求率も有意な差は認められないものの試験区で7.4%改善される傾向が見られた。試験期間中、試験区は１頭当たり飼養日数で0.8日短縮すると共に飼料摂取量は５kg少なかった。これらは、繊維分解酵素を飼料に添加したことにより、飼料の利用率が向上し

たものと推察された。

**表４　発育成績**

| 区 | 日増体量（g） | 飼料要求率 |
|---|---|---|
| 対照区 | 898±54（100.0） | 2.71±0.17（100.0） |
| 試験区 | 967±59（107.7） | 2.51±0.15（92.6） |

体重45-70㎏　値は平均値±標準偏差
（　）内は対照区を100とした指数

**試験２：消化試験**

飼料摂取量とふん排せつ量およびそれらの成分値を表６に示した。全ての項目において有意な差はなかったが、乾物当たりの飼料摂取量およびふん排せつ量は、対照区と比較して試験区は飼料摂取量が1.7％少ない傾向が見られ、ふん排せつ量は９％少ない傾向が得られた。

飼料の消化率を表７に示した。全ての項目において有意な差はなかったものの、乾物消化率は、試験区で消化率が高まる傾向が見られた。これをふん排せつ率とした場合、対照区15.7%、試験区14.5%となり、対照区100に対して7.6%減少することになる。更に発育試験で得られた飼料要求率に排せつ率を乗じた場合、体重１kgの増加するときの乾物排せつ量は、繊維分解酵素の添加で14.4%少なくする可能性がある。

粗蛋白質の消化率も、試験区で高まる傾向が見られた。これらは、繊維分解酵素が利用されにくい繊維中の細胞膜を崩壊し、飼料の利用率を向上させたものと考えられる。

また、粗繊維、リン、亜鉛も、有意な差はないが、試験区で消化率が高い値を示した。

**表５　消化試験における発育**

| 区 | 日増体量（g） | 飼料要求率 |
|---|---|---|
| 対照区 | 477±82 | 2.33±0.42 |
| 試験区 | 486±95 | 2.26±0.48 |

体重60kg　値は平均値±標準偏差

**表６　飼料摂取量とふん排せつ量および成分値**

| 項目 | 供試飼料 | | ふん | |
|---|---|---|---|---|
| | 対照区 | 試験区 | 対照区 | 試験区 |
| 飼料摂取量(DM･日) | 2,060±149 | 2,025±164 | | |
| ふん排せつ量(DM･日) | | | 324±46 | 295±48 |
| 水分（%） | 13.7 | 13.4 | 74.0±1.5 | 74.9±1.7 |
| 粗蛋白質（DM/%） | 14.6 | 14.4 | 23.0±0.9 | 22.6±1.4 |
| 粗脂肪（DM/%） | 5.2 | 5.0 | 12.2±2.5 | 13.5±1.0 |
| 粗繊維（DM/%） | 3.5 | 3.4 | 11.0±0.6 | 10.9±0.6 |
| 粗灰分（DM/%） | 4.1 | 3.8 | 11.3±0.7 | 11.7±1.4 |

体重60㎏　ふんの値は平均値±標準偏差

**表７　消化率**　単位：%

| 項　目 | 対照区 | 試験区 |
|---|---|---|
| 乾　　物 | 84.3±1.5 | 85.5±1. |
| 粗蛋白質 | 75.2±3.1 | 77.2±3.4 |
| 粗　脂　肪 | 62.5±9.7 | 60.6±4.0 |
| 粗　繊　維 | 51.0±4.2 | 52.7±7.4 |
| 粗　灰　分 | 56.8±5.0 | 56.0±5.5 |
| リ　　ン | 50.2±5.6 | 54.4±6.9 |
| 亜　　鉛 | 30.8±9.8 | 32.6±12.8 |
| 銅 | 31.0±11.2 | 30.7±14.2 |

体重60kg　値は平均値±標準偏差

これらのことから、繊維分解酵素を飼料に添加することにより、乾物消化率が高まる傾向が見られ、ふん量の減少が示唆された。ふん量の減少は、処理コストの低減に有効である。また、粗蛋白質も消化率が高まる傾向が見られることから、環境負荷物質である窒素排せつ量の低減が期待される。リン、亜鉛については、消化率が高い値を示したが、有意差は認められなかった。

繊維分解酵素は消化率の改善にともない発育や飼料要求率が改善される傾向が見られることから、養豚経営における環境負荷物質の低減効果による環境保全型農業の実現と生産性の改善効果が期待される。

## 参考文献


１）財団法人畜産環境整備機構編集：畜産環境アドバイザー養成研修会資料【家畜ふん尿処理・利用の手引き】,（1998）
２）独立行政法人農業･生物系特定産業技術研究機構編：日本飼養標準・豚,（2005）
３）高田良三：－総説－豚ふん中の銅，亜鉛含量の低減に向けた飼養管理技術，日本養豚学会誌，第42巻第４号，149-156（2005）
４）財団法人日本科学飼料協会：Ⅳ肉豚における窒素およびリン排泄量の低減に関する検討，平成14年度環境負荷物質低減飼料推進事業報告書採卵鶏および肉豚における窒素およびリン排泄量の低減に関する検討，33-56（2003）
５）農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準・豚,（1998）

# モミガラ混合割合および堆肥化期間が乳牛ふん堆肥の分解性に及ぼす影響
## －堆肥化期間中および土壌中における分解－

小柳　渉・安藤義昭[1]

現：[1]新潟県畜産課

# Effect of Rice Hells Mixing Rate and Period on Cattle Waste Compost Decomposition in Composting and Soil

Wataru OYANAGI, Yoshiaki ANDO [1]

[1] Niigata Pref.Office Livestock Division


## 要　　約

乳牛ふんとモミガラの乾物混合割合と堆肥化期間を変えた乳牛ふんモミガラ堆肥をインキュベータを用い作製し、堆肥化期間中の有機物分解および施用後の窒素・炭素動態の点から長期間堆肥化する必要性について検討した。

乳牛ふんとモミガラの乾物混合割合を40：60、55：45、70：30の３段階、堆肥化期間を60℃ １ヶ月（１次発酵)、60℃ １ヶ月＋30℃ ３ヶ月（２次発酵）の２段階に設定した６種類の乳牛ふん堆肥について、堆肥化前後の粗灰分を測定し、堆肥化期間中の乾物分解率を算出した。また、ガラス繊維濾紙法を用いて１年間土壌中に埋設し、１ヶ月毎に窒素、炭素分解率を測定した。

⑴　１次発酵期間中ではモミガラの混合割合が多いほど乾物分解率は低かった。ふんの分解率は45%、モミガラの分解率は３%と推定された。２次発酵期間中のふんの分解率は６%、モミガラの分解率は２%と推定された。

⑵　１次発酵区と２次発酵区の間にコマツナ生育阻害程度の違いは認められなかった。

⑶　土壌埋設後の堆肥中窒素は、40：60区では１次・２次とも埋設後１ヶ月間に10%程度放出したが、２～３ヶ月目には吸収に転じ、その後再放出した。55：45区では１次２次ともほぼ変動はなく、70：30区では放出を続けていた。このように窒素動態に及ぼす影響は堆肥化期間よりも混合割合の方が大きかった。

⑷　炭素の動態は窒素とは違い堆肥化期間の影響の方が大きかった。１次発酵区は２次発酵区より分解率がおおむね10～20%大きかった。ただし１次発酵区の埋設後１ヶ月間の分解率は10%未満であった。

⑸　畑地施用を前提とした場合、有機物分解、窒素動態の点からは乳牛ふんモミガラ堆肥の堆肥化は１次発酵で十分である可能性が示唆された。


## はじめに

家畜ふん堆肥を堆肥化すなわち腐熟させる目的は原田によってまとめられている[1)]。筆者はこれに加えて病原性微生物等[2)]の死滅も重要であると考える。すなわち、堆肥化の目的は発熱による衛生的安全性・取り扱いの向上、生育阻害物質や易分解性有機物の分解による植物生育障害リスクの低下、C/N 比を低下させることによって有機物分解に伴う窒素吸収すなわち窒素飢餓リスクの低下の３点である[3)]。

一方、家畜ふんの１つ乳牛ふんは水分が85%と高いため、堆肥化するには副資材を混合し、通気性を向上させることが必要である。副資材種にはモミガラ、オガクズ、戻し堆肥などがあるが、新潟県では主にモミガラが用いられている。

このモミガラ乳牛ふん堆肥の一般的な堆肥化条件は２点ある。１点目は通気性を確保するために副資材混合後の水分を75%以下にすること[4)]で、そのためには乳牛ふんとモミガラの混合割合は乾物重量比で50以下：50以上にしなければならない。２点目はモミガラのような作物残渣を副資材として用いた場合、堆肥化期間は３ヶ月間必要[5)]ということである。しかし、時と場合によってはこれらの条件を守れないこともあり、またこれらの条件が異なる場合の堆肥化時の諸変化や土壌中での動態を示した報告は著者が知っている限り見当たらない。

今回、乳牛ふんモミガラ堆肥について、乾物混合割合と堆肥化期間を変えインキュベータを用いモデル堆肥を作製し、混合割合と堆肥化期間が堆肥化期間中の分解と土壌中での窒素・炭素の動態と植物生育障害に与える影響を検討した。

## 材料と方法

### ⑴　乳牛ふんモミガラ堆肥作製

乳牛ふんモミガラ堆肥は混合割合３水準（表１）、堆肥化期間２水準（４週間、３ヶ月）を組み合わせて計６種作製した。混合割合については乳牛ふん、凍結乾燥乳牛ふん（水分調整用）、モミガラを用いて乾物混合比を調整した。内訳はモミガラ60：ふん40のモミ多区、45：55区のモミ中区（一般的堆肥化条件と同程度）、30:70のモミ少区の３区である。なお調整後の水分はすべて70%程度とした。堆肥化期間については最初に堆肥化直後の高温期を想定した１次発酵処理を行った。条件は温度60℃湿度70%、期間は４週間に設定した。１次発酵終了後、高温期後の低温期を想定した２次発酵処理を行った。条件は30℃３ヶ月間とした。いずれもインキュベータ内で行なった。これらのモデル堆肥を凍結乾燥・粉砕し試験に供した。

### ⑵　堆肥分析

粗灰分は600℃ ２時間の灰化法で測定した。燃焼熱はカロリーメータ（Y.M－燃研式デジタル熱量計）で測定した。全窒素含量と炭素含量は乾式燃焼法（スミグラフNC-90A）で測定した。いずれも135℃２時間の熱乾燥法で２次乾物率を求め、乾物当たりに換算した。

### ⑶　植物に対する影響の検定

堆肥（乾燥粉砕物）0.35gと種まき用培土（さし芽種まきの土：菊池産業株式会社）6.7gを混合し、セルポットに入れ、コマツナ（夏楽天）を４粒播種し、ろ紙により下部から灌水し、蛍光灯下で25℃６日間栽培した。栽培は３反復以上で行なった。終了後、発芽した全コマツナの下胚軸長と根長を測定し、対照区（培土のみ）の草丈＋根長を100とした指数で生育を評価した。

### ⑷　堆肥の土壌中における窒素・炭素動態

ガラス繊維ろ紙法[6)]を用いた。風乾した黒ボク土壌20gと堆肥（乾燥粉砕物）５gをガラス繊維ろ紙に包み、黒ボク土壌に３連で埋設した。埋設は2003年４月４日に行い、埋設１ヶ月、２ヶ月、３ヶ月、４ヶ月、１年後に取り出し、全窒素・炭素を乾式燃焼法で測定し、対照区との差し引きから窒素・炭素残存量を求め、窒素・炭素分解率と残存物C/N比を算出した。

**表１　混合割合**

| | 現物混合比 | | | 乾物混合比 | | 初期水分% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 生ふん | 凍結乾燥ふん | モミガラ | モミガラ | ふん | |
| モミ多区 | 100 | 0 | 31 | 60 | 40 | 70 |
| モミ中区 | 100 | 7 | 23 | 45 | 55 | 70 |
| モミ少区 | 100 | 14 | 15 | 30 | 70 | 70 |

## 結果と考察

### ⑴　堆肥化中における分解と発熱量

粗灰分と燃焼熱を測定し、粗灰分量は堆肥化しても変化がないという前提の基に堆肥化期間中の乾物分解率と発熱量を算出した（表２）。乾物分解率はモミガラ割合が低いほど大きく、また、２次発酵期間より１次発酵期間の方が大きいという結果であった。乾物１kgあたりの発熱量は分解率と同様に、モミ少区がモミ多区の２倍近い数値で、モミガラ混合割合が低いほど、発熱量が大きいという結果であった。

さらに、モミガラとふんの分解率は混合割合が異なっても変化がないと仮定し、乾物混合割合と分解率から、モミガラとふんそれぞれの分解率と発熱量を推定した。具体的にはモミ多区とモミ少区のデータを用い、以下のような２元方程式を解くことで求めた（表３）。

１次発酵の場合

$60x/100+40y/100=16.2$　　x：モミガラ分解率%

$30x/100+70y/100=30.8$　　y：ふん分解率%

その結果、１次発酵期間中のモミガラの分解率は３%、ふんの分解率は45%、２次発酵期間ではそれぞれ２%、６%であった。また、１次発酵期間中のモミガラの発熱量は０kcal/kgDM、ふんの発熱量は2294kcal/kgDM、２次発酵期間ではそれぞれ０kcal/kgDM、276kcal/kgDMであった。これは堆肥化してもモミガラはほとんど分解せず、堆肥化期間中の発熱はほとんどふんの分解によるものであるということと、２次発酵期間中は分解量および発熱量が少ないことを示す。

**表２　各発酵期間の乾物分解率と発熱量**

| | 乾物分解率% | | 発熱量 kcal/kgDM | |
|---|---|---|---|---|
| | １次発酵終了まで | ２次発酵終了まで | １次発酵終了まで | ２次発酵終了まで |
| モミ多区(60:40) | 16.2 | 23.0 | 822 | 1094 |
| モミ中区(45:55) | 23.6 | 27.0 | 1215 | 1392 |
| モミ少区(30:70) | 30.8 | 36.8 | 1558 | 1832 |

**表３　各発酵期間の乾物分解率と発熱量**

分解率%

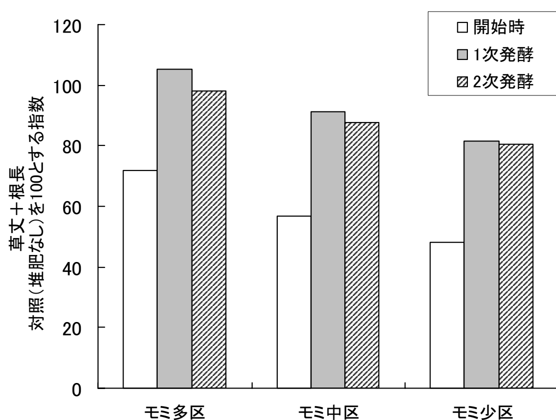
| | １次発酵期間 | ２次発酵期間 | 計 |
|---|---|---|---|
| モミガラ | 3 | 2 | 5 |
| ふ　ん | 45 | 6 | 51 |

発熱量 kcal/kgDM

| | １次発酵期間 | ２次発酵期間 | 計 |
|---|---|---|---|
| モミガラ | 0 | 0 | 0 |
| ふ　ん | 2294 | 276 | 2570 |

⑵　**植物に対する影響**

作製した堆肥の植物に対する影響をコマツナを用いて調べた（図１）。その結果、モミ混合割合が少なくなるにつれ指数が小さくなったが、これはECの影響が原因の１つにあると考えられる。しかし、堆肥化期間が及ぼす影響は各区とも同様な傾向にあった。堆肥化開始時は明らかに低かったが、１次発酵と２次発酵の比較ではいずれの区も２次発酵区が若干小さい数値であった。塩類濃縮によるECの上昇を考慮すると、１次発酵と２次発酵の生育は同程度であると考えられる。このことから、１次発酵と２次発酵は植物生育障害に関しては差がないと考えられた。




⑶　**堆肥の土壌中における窒素・炭素動態**

作製した堆肥の土壌中における窒素・炭素動態について検討した。作製した６種の堆肥（表４）を凍結乾燥・粉砕後、ガラス繊維濾紙法で埋設し、窒素・炭素分解率と残存物C/N比を算出した。

窒素分解率の推移を図２に示した。モミ多区に極めて特徴的な動きがみられた。１次発酵、２次発酵とも埋設１ヶ月後には10%近く分解つまり窒素を放出していたが、２ヶ月後と３ヶ月後には分解がマイナスつまり窒素を吸収していた。この１ヶ月目と2,3ヶ月目の間の差である15%程度の窒素吸収が特徴的で、モミ多区は堆肥化期間にかかわらず、施用直後は窒素を放出するが、その後ゆっくり窒素を吸収するという途中からの窒素飢餓の可能性が示唆された。モミ中区は３～４ヶ月まではあまり変化がなく、モミ少区は分解率に大きな差はあるものの窒素吸収はほとんどなかった。このように窒素の動態に関しては、モミ多区で窒素吸収がみられ、また堆肥化期間より混合割合の影響が大きかった。

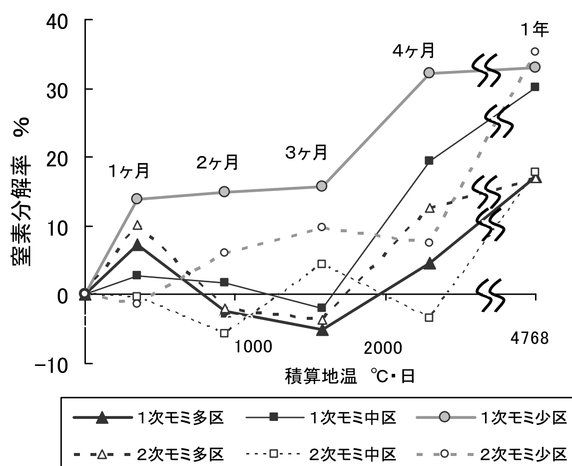



**図１　植物（コマツナ）の生育に対する影響**

炭素分解率の推移を図３に示した。いずれも直線的に分解していたが、窒素動態とは異なり分解率は混合割合（モミ多区、モミ中区、モミ小区）ではほとんど差はなかった。しかし堆肥化期間により差がみられ、１次発酵は２次発酵より常に10%高い数値で推移していた。この差は２次発酵期間中の有機物分解の差によるものと考えられる。このように窒素の動態とは異なり、炭素の動態は堆肥化期間に影響されていた。

残存物のC/N比の推移を図４に示した。いずれも埋設時間に伴い減少し、15程度の一定値に収束していた。モミ多区で窒素吸収がみられたのは図中に示した位置にあたる。高いC/N比からの比較的急激な減少と窒素吸収は関係があるように思えるが、この点については今後の検討が必要である。

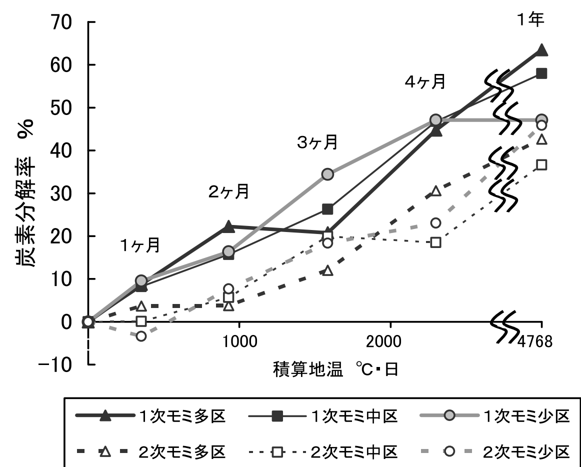



**図３　土壌中での炭素分解率の推移**

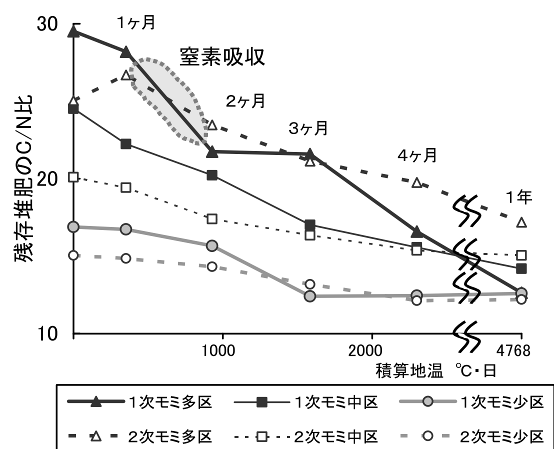



**図４　土壌残存堆肥のＣ／Ｎ比の推移**

### ⑷　まとめ

混合割合・堆肥化期間がモミガラ・乳牛ふん堆肥に及ぼす影響を要約し表５に示した。土壌中の分解において、混合割合と堆肥化期間がそれぞれ窒素と炭素の動態に及ぼす影響の大きさが異なっているのが特に特徴的であった。モミガラ混合割合が高いと施用後途中からの窒素飢餓が起こりうると考えられるので注意が必要である。

堆肥化時において分解率・発熱量は混合割合に影響され、モミガラはほとんど分解・発熱しないことから、安全性衛生的安全性・取り扱い向上のために発熱量を上げるには、ふんの混合割合を上げることが重要と考える。しかし、ふんの割合が多いほど水分が高くなるとともに通気性が悪くなり嫌気発酵しやすくなるので、ふんやモミガラの低水分化等により、混合時の水分を下げることが重要である。これは先に述べた窒素飢餓の回避にもつながる。

また、１次２次で植物生育障害に差がみられなかったこと、堆肥化期間が窒素動態に及ぼす影響は小さいこと、ふん混合割合が高いと窒素飢餓の可能性は低いことから、水田とは違い有機物分解があまり問題とならない畑地施用の場合、ふんの混合割合が高ければ堆肥化期間は１次発酵（１ヶ月間程度）で十分であることが示唆される。

**表４　各項目に対する混合割合と堆肥化期間の影響**

| | 堆肥化時 | | 生育障害 | | 土壌中での分解 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 分解率 | 発熱量 | | | 窒素 | 炭素 |
| 混合割合 | 大 | 大 | 小 | | 大 | 小 |
| 堆肥化期間 | 小 | 小 | 開始～１次 | １次～２次 | 小 | 大 |
| | | | 大 | なし | | |

大：影響大きい　小：影響小さい　なし：影響なし

## 文　献

１）原田靖生：家畜ふん堆肥の腐熟度についての考え方．畜産の研究．37．1079-1086（1983）
２）染谷孝・井上興一：農業技術体系．第７-１巻．追録第14号．資材64の84-99．農文協．東京．（2003）
３）小柳渉：乳牛ふん尿の処理利用に関する研究．北信越畜産学会報．89．1-７（2004）
４）畜産環境整備機構編：平成13年度畜産環境アドバイザー養成研修会資料．157-165．畜産環境整備機構．東京．（2001）
５）中央畜産会編：堆肥化施設設計マニュアル．1-28．中央畜産会．東京（2000）
６）土壌環境分析法編集委員会編：土壌環境分析法．120-123．博友社．東京（1997）

# 短　　　報

# 粗飼料のサンプリング部位による乾物率および乾物中ＡＤＦ含量のばらつき

安藤義昭[1]・平柳恵子

現：[1]新潟県畜産課

# Analysis about the unequal of dry matter and acid detergent fiber by sampling point of forage

Yosiaki ANDO, Keiko HIRAYANAGI

[1] Niigata Pref. Office Livestock Division

## 要　　約

サンプリングによる成分値のばらつきが大きい粗飼料において、採取部位によるばらつきをロールベール、購入乾草、購入長わらの３形態に分けて検証した。指標として乾物率と酸性デタージェント繊維（ADF）を用いた。乾物率ではロールベールの部位によるばらつきが大きかったが、ルーサン乾草を除く購入乾草では部位によるばらつきが少なかった。ADF ではルーサン乾草を除けばロールベールも購入乾草も採取部位による標準偏差は１～３％と乾物率の標準偏差に比較して大きかった。ルーサン乾草では標準偏差が2.7～6.4％と特に大きくばらついた。これらの結果をもとにサンプル採取箇所数の検討を行った。乾物率ではチモシー、ヘイオーツ乾草では今回より採取箇所数を減らしても良いと思われた。ロールベールでは乾物率、ADF ともにロール内部の混和状態や保管状況に大きく影響をうけるので採取箇所数を減らすことは難しいと思われた。ルーサン乾草はサンプリング時に葉が脱落しやすいため他の粗飼料よりばらつきが大きく、採取箇所数を減らすことはできないと思われた。

## はじめに

近年、大家畜の飼養管理は高度になり、飼料分析値に基づく飼料設計が求められている。
飼料分析においては飼料全体を代表するサンプルを効率的に得ることが重要である。そこで、サンプリングによるばらつきが生じやすい粗飼料において、乾物率と酸性デタージェント繊維含量（以下 ADF）を飼料成分の指標としてサンプリング部位によるばらつきを検証する。

## 方　法

試料のサンプリングはロールベール、購入乾草、購入長わらの３形態について時期を変えて１～４回サンプルを採取した（図１）。

ロールベールはラップサイレージ調製した稲発酵粗飼料、牧草ロールベールについて中央断面の垂直方向と水平方向に３段階ずつ計９カ所から採取した。

購入乾草はチモシー、ヘイオーツ、ルーサンについて、長辺方向を４等分する断面の計３カ所から所採取した。

購入長わら（中国わら）は１ロットの中央断面を垂直方向に４等分、水平方向に４等分する断面の交点に相当する部位の計９カ所から採取した。

これらの部位ごとに乾物率と ADF 含量を測定し比較した。

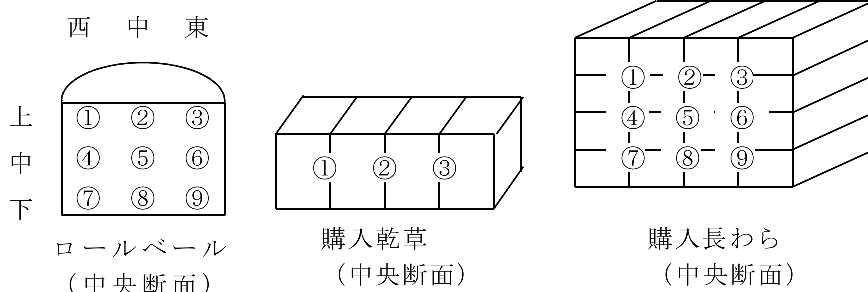



**図１　サンプリング部位**

## 結果及び考察

### ⑴　乾物率のばらつき（表１）

ロールベールでは採取部位による標準偏差が1.0～6.4%となり、大きくばらついた。

ルーサン乾草を除いた購入乾草では採取部位による標準偏差が0.2～0.4%とばらつきが少なかった。

### ⑵　乾物率測定用サンプルの採取箇所数の検討

ロールベール（稲発酵粗飼料、牧草ロールベール）で採取箇所を３カ所に減らした場合を計算したところ①⑤⑨、③⑤⑦の場所から採取した場合が９カ所採取した場合の乾物率との差（絶対値）の平均が0.7と一番小さくなった（表２）。しかし、採取部位間の標準偏差は前述のように大きく、ロール内部の混和状態や保管状況などにも大きく影響を受けると考えられるため、なるべく多くの箇所から採取することが望ましい（表1，2）。

購入乾草では採取部位間でのばらつきが少なく、特にチモシー乾草、ヘイオーツ乾草では標準偏差も0.1～0.3%と小さかったので、その程度の誤差を許容するならば採取箇所数を減らしても良いと思われた（表１）。ただし、ルーサン乾草ではサンプル間（梱包別）で標準偏差が1.1～0.3と異なった。原因としてサンプリング時に葉が脱落しやすいことが考えられる。このためルーサン乾草はサンプリング時に葉が脱落しないよう注意が必要であり、その特性から採取箇所数は減らさない方が良いと思われた。

**表１　採取部位ごとの乾物率（%）**

| | 稲発酵粗飼料 | | 牧草（ロールベール） | | | | 購入長わら | チモシー乾草 | | ヘイオーツ乾草 | | ルーサン乾草 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 採取部位 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| ① | 33.2 | 33.1 | 70.8 | 68.1 | 82.5 | 77.7 | 85.4 | 90.3 | 89.4 | 88.4 | 87.3 | 88.0 | 87.4 |
| ② | 34.0 | 31.8 | 66.4 | 79.9 | 84.2 | 75.1 | 86.3 | 89.8 | 89.5 | 88.8 | 87.2 | 86.1 | 87.9 |
| ③ | 32.8 | 34.6 | 71.6 | 60.6 | 83.2 | 748 | 85.8 | 89.9 | 89.8 | － | 87.3 | 88.0 | 87.3 |
| ④ | 32.0 | 33.0 | 73.6 | 70.2 | 82.1 | 79.5 | 85.4 | | | | | | |
| ⑤ | 33.4 | 31.0 | 66.7 | 79.3 | 86.0 | 79.3 | 86.5 | | | | | | |
| ⑥ | 31.7 | 34.1 | 73.2 | 73.1 | 84.0 | 76.1 | 85.7 | | | | | | |
| ⑦ | 31.7 | 34.5 | 65.5 | 76.7 | 85.7 | 79.2 | 85.9 | | | | | | |
| ⑧ | 30.8 | 36.6 | 65.5 | 76.2 | 86.5 | 79.2 | 85.4 | | | | | | |
| ⑨ | 33.2 | 33.3 | 71.3 | 78.8 | 86.3 | 75.8 | 86.2 | | | | | | |
| 平均値 | 32.5 | 33.5 | 69.4 | 73.7 | 84.5 | 77.4 | 85.9 | 90.0 | 89.6 | 88.6 | 87.3 | 87.4 | 87.5 |
| 標準偏差 | 1.0 | 1.7 | 3.3 | 6.4 | 1.7 | 2.0 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 1.1 | 0.3 |
| 変動係数(標準偏差/平均値) | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |

注）WCS用イネの収穫はY社の専用収穫期（YWH1400A）による

**表２　３カ所採取と９カ所採取の乾物率%の差（絶対値）**

| ９カ所平均値との差(絶対値) | 稲発酵粗飼料 | | 牧草（ロールベール） | | | | 部位別平均値 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 採取部位 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| ①②③ | 0.8 | 0.4 | 0.2 | 4.1 | 1.2 | 1.5 | 1.4 |
| ④⑤⑥ | 0.2 | 0.9 | 1.8 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 0.8 |
| ⑦⑧⑨ | 0.6 | 1.2 | 2.0 | 3.5 | 1.7 | 0.7 | 1.6 |
| ①④⑦ | 0.3 | 0.0 | 0.5 | 2.0 | 1.1 | 1.4 | 0.9 |
| ②⑤⑧ | 0.2 | 0.4 | 3.2 | 4.8 | 1.1 | 0.4 | 1.7 |
| ③⑥⑨ | 0.0 | 0.4 | 2.7 | 2.8 | 0.0 | 1.8 | 1.3 |
| ①⑤⑨ | 0.8 | 1.1 | 0.2 | 1.7 | 0.5 | 0.2 | 0.7 |
| ③⑤⑦ | 0.1 | 0.2 | 1.5 | 1.5 | 0.5 | 0.4 | 0.7 |
| ロール別平均値 | 0.4 | 0.6 | 1.5 | 2.6 | 0.8 | 0.9 | － |

注）WCS用イネの収穫はY社の専用収穫期（YWH1400A）による

### ⑶　酸性デタージェント繊維含量のばらつき

ロールベールでは採取部位による標準偏差は1.0～3.0%とややばらついた（表３）。ルーサン乾草を除いた購入乾草でも採取部位による標準偏差が1.6～2.6%とややばらついた（表３）。ルーサン乾草では標準偏差が2.7～6.4%と特に大きくばらついた（表３）。この原因としてサンプリング時に葉が脱落しやすいことが考えられた。

### ⑷　酸性デタージェント繊維測定用サンプルの採取箇所数の検討

特定部位からの採取により代表的サンプルを得られるかどうか検討したが､採取部位ごとの ADF 含量と全体の平均 ADF 含量との関連性は見られなかった（表３）。

ロールベール（稲発酵粗飼料、牧草ロールベール）で採取箇所を３カ所に減らした場合を計算してみても、採取部位３カ所ごとの平均 ADF 含量と採取部位９カ所の平均 ADF 含量との関連性は見られなかった（表４）。また、乾物率と同様に採取部位間のばらつきの大きさはロール内部の混和状態や保管状況などにも大きく影響を受けるため、なるべく多くの箇所から採取することが望ましいと思われる（表3，4）。

**表３　採取部位ごとの乾物中 ADF 含量（%）**

| | 稲発酵粗飼料 | | | 牧草（ロールベール） | | | | 購入長わら | チモシー乾草 | | ヘイオーツ乾草 | | ルーサン乾草 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 採取部位 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| ① | 31.7 | 32.0 | 34.3 | 45.4 | 52.6 | 42.6 | 42.7 | 42.2 | 36.3 | 32.5 | 36.3 | 27.8 | 28.8 | 31.6 |
| ② | 30.9 | 35.0 | 34.1 | 41.7 | 50.9 | 42.0 | 44.0 | 43.2 | 33.6 | 34.2 | 33.6 | 28.4 | 29.6 | 30.7 |
| ③ | 32.8 | 34.6 | 34.0 | 43.7 | 46.0 | 43.9 | 43.3 | 41.4 | 38.8 | 32.4 | － | 29.3 | 33.9 | 42.2 |
| ④ | 32.4 | 32.9 | 31.3 | 42.4 | 48.0 | 43.9 | 45.1 | 43.6 | | | | | | |
| ⑤ | 32.1 | 33.3 | 33.1 | 43.2 | 49.9 | 43.2 | 43.2 | 41.6 | | | | | | |
| ⑥ | 34.0 | 34.7 | 33.5 | 42.5 | 44.6 | 43.0 | 45.8 | 40.0 | | | | | | |
| ⑦ | 31.9 | 29.9 | 31.0 | 43.1 | 45.4 | 44.4 | 44.5 | 43.6 | | | | | | |
| ⑧ | 30.9 | 30.0 | 32.9 | 42.9 | 49.2 | 43.2 | 43.3 | 46.1 | | | | | | |
| ⑨ | 30.7 | 31.1 | 30.1 | 42.4 | 44.1 | 43.3 | 41.8 | 47.8 | | | | | | |
| 平均値 | 31.9 | 32.6 | 32.7 | 43.0 | 47.9 | 43.3 | 43.7 | 43.3 | 36.2 | 33.1 | 35.0 | 28.5 | 30.8 | 34.8 |
| 標準偏差 | 1.1 | 2.0 | 1.5 | 1.0 | 3.0 | 0.7 | 1.2 | 2.4 | 2.6 | 1.0 | 1.9 | 0.8 | 2.7 | 6.4 |
| 変動係数(標準偏差/平均値) | 0.03 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.06 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.07 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | 0.09 | 0.18 |

注）WCS 用イネの収穫は Y 社の専用収穫期（YWH1400A) による

**表４　３カ所採取と９カ所採取の乾物中 ADF%の差（絶対値）**

| ９カ所平均値との差(絶対値) | 稲発酵粗飼料 | | | 牧草（ロールベール） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 採取部位 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 平均値 |
| ①②③ | 0.1 | 1.2 | 1.4 | 0.6 | 2.0 | 0.5 | 0.4 | 0.9 |
| ④⑤⑥ | 0.9 | 1.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 1.0 | 0.5 |
| ⑦⑧⑨ | 0.8 | 2.3 | 1.4 | 0.2 | 1.6 | 0.4 | 0.5 | 1.0 |
| ①④⑦ | 0.1 | 1.0 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| ②⑤⑧ | 0.6 | 0.1 | 0.6 | 0.4 | 2.2 | 0.5 | 0.3 | 0.7 |
| ③⑥⑨ | 0.6 | 0.9 | 0.2 | 0.2 | 3.0 | 0.1 | 0.1 | 0.7 |
| ①⑤⑨ | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 1.0 | 0.2 | 1.2 | 0.6 |
| ③⑤⑦ | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.7 | 0.6 | 0.1 | 0.3 |
| ロール別平均値 | 0.5 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 1.5 | 0.3 | 0.5 | － |

注）WCS 用イネの収穫は Y 社の専用収穫期（YWH1400A) による

# 妊娠末期におけるＴＤＮ給与水準の違いが乳生産および血液性状に及ぼす影響

長谷川昌伸[1]、関　誠、佐藤太郎[2]、内山保彦、木村仁徳[3]、権平　弘[4]

現：[1]新潟県新発田地域振興局農業振興部、[2]（有）蒲原家畜診療センター、
[3]埼玉県秩父高原牧場、[4]新潟県種豚改良センター

# Effcts of TDN Feeding Level for the Late Pregnant Dairy Cows on Their Milk Production and Blood Profiles

Masanobu HASEGAWA[1], Makoto SEKI, Taro SATO[2], Yasuhiko UCHIYAMA, Yoshinori KIMURA[3], Hiroshi GONDAIRA [4]

[1] Niigata Shibata Regional Promotion Bureau Agricultural Management Promotion Division
[2] KANBARA Livestock Clinical Center
[3] Saitama Titibu Heights Livestock Ranch
[4] Niigata Swine Improvement Center

## 要　　約

乳牛の乳生産性に大きな影響を及ぼす分娩前後の疾病発生を栄養管理の面から防止するために、分娩予定３週前から養分摂取量を日本飼養標準に対しTDNで130％と高く設定することにより、分娩前の体重・ボディコンディションが適度に推移し、分娩後の血中遊離脂肪酸（NEFA）・血中尿素窒素（BUN）・GOT等血液性状が安定化する傾向が見られた。

しかし、本試験では、粗飼料由来のTDNを把握しておらず、設定条件より実際の粗飼料のTDNが低いことから、TDNが不足したことも予想される。

分娩前のTDNを高めに設定したことによる生時体重への影響は見られなかった。

## はじめに

乳牛では、分娩前後の疾病発生が乳生産性の低下に直結し、死廃に至ることも多い。近年、乳牛の高泌乳化が進む一方、疾病発生に伴う受胎率の低下が問題となっており[1)]、分娩前後の栄養管理も一つの要因であることが指摘されている。

このため、乾乳期間中の体重・ボディコンディションの動きを適正に保つための栄養管理方法の検討を目的として、分娩前後のTDN摂取量が乳生産性、体重、ボディコンディションスコア（BCS）、血液性状に及ぼす影響について調査した。

## 材料および方法

１　試験期間　2002年４月～2005年３月

２　供 試 牛　ホルスタイン種　14頭　2.2産

３　試験区分

日本飼養標準　乳牛（1999年版）[2)]に基づき、維持及び妊娠末期（分娩予定前３週間）に必要なTDN量を給与する標準TDN区と必要TDN量の130％を給与する130％TDNの２区を設定した。

表１　試験区分

| 区 | 処理内容 | n |
|---|---|---|
| 標準TDN区 | 日本飼養標準　乳牛(1999年版)TDNの105％ | 7 |
| 130％TDN区 | 日本飼養標準　乳牛(1999年版)TDNの130％ | 7 |

４　調査項目

体重、ボディコンディションスコア（BCS）、飼料摂取状況、血液性状、生乳生産量
（調査頻度：週１回）

５　調査期間

分娩予定日５週前から分娩後５週まで

６　飼養管理方法

試験開始から分娩予定日３週前までは日本飼養標準（乳牛・1999年版）により、CPおよびTDNを充足させるよう同一条件で飼養した。分娩予定日５週前の体重を基準とし、分娩予定日３週前から処理を開始した。130％TDN区は、標準TDN区よりも乾物給与量及び濃厚飼料割合を高くし、トウモロコシ等を増給すること等により充足率を調整した。分娩後は養分含量を一定（DM当たりTDN73％、CP17％）にした飼料を混合給与した。

## 結果および考察

1　飼料摂取状況は設計値どおりとなった（表２）。分娩予定日５週前の基準と比較した体重、乾物摂取量、BCSの変化は、標準TDN区で分娩前の増体が見られずBCSも減少したが、130%TDN区で分娩前の増体が見られ（図１）、BCSも高めに推移した（図２）。本試験の結果から、分娩前のTDN水準を日本飼養標準よりも高めに設定することで、分娩前後の牛の体重・BCSを安定できることがうかがえた。

これは、妊娠末期は粗飼料の給与割合が高い時期（本試験の設定では64%）であり、給与した粗飼料のTDNが実測値ではなく、日本標準飼料成分表（2001年版）[3]のデータを引用して飼料設計したため、実際に給与した飼料のTDNが低かった可能性が考えられる。

**表２　分娩予定３週間前から分娩までの飼料摂取状況**

| 項目 | | 標準TDN区 | 130%TDN区 |
|---|---|---|---|
| 体重 | (kg) | 616.3±73.0 | 676.9±48.2 |
| 乾物摂取量 | (kg/day) | 11.0±1.0 | 13.3±0.5 |
| 乾物摂取量体重比 | (%) | 1.80±0.08 | 1.97±0.13 |
| 粗飼料割合 | (%) | 63.6±17.4 | 58.7±9.6 |
| ※TDN含量 | (%) | 65.0±4.6 | 66.7±2.7 |
| ※CP含量 | (%) | 12.6±1.8 | 12.5±0.6 |
| ※TDN充足率 | (%) | 108±3 | 131±2 |
| ※CP充足率 | (%) | 118±8 | 135±7 |

※は設計値

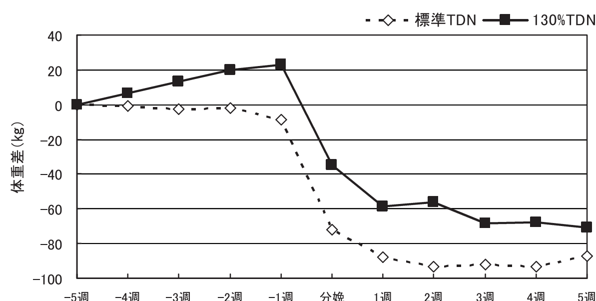



**図１　分娩予定５週前を基準とした体重変化**

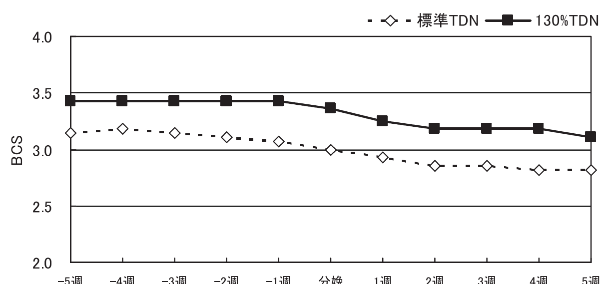



**図２　分娩前後のボディコンディションスコア変化**

2　血中遊離脂肪酸（NEFA）は、分娩予定２週前から分娩２週後にかけて標準TDN区のほうが130%TDN区より高くなる傾向が見られた（図３）。このことから、標準TDN区では、エネルギー不足による分娩前からの体脂肪動員があったと考えられる。それに対して、130% TDN区は、必要TDN量を満たしていたことから、分娩前の体脂肪動員が少なく、NEFAの変化が小さかったと考えられる。

3　血中尿素窒素（BUN）は、標準TDN区が130%TDN区に比べて低くなる傾向が見られた（図４）。

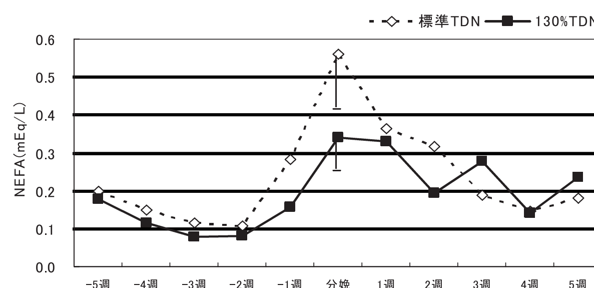



**図３　血中遊離脂肪酸の変化**

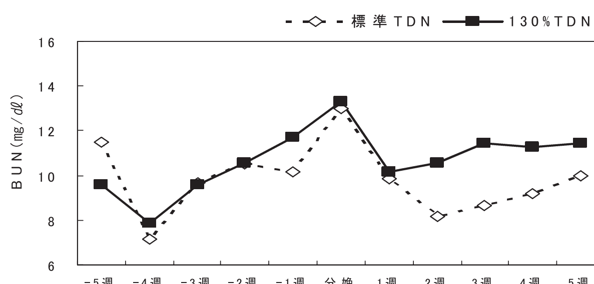



**図４　血漿尿素窒素の変化**

4　肝機能を示すGOTは、標準TDN区で分娩直後から急激に上昇し試験終了時まで高い値を示したが、130% TDN区は分娩直後の上昇は緩やかであり（図５）、肝機能の安定化が図られた。このことから、TDN標準区では分娩前のエネルギー不足が分娩１～３週後のGOTの急激な上昇を引き起こした可能性が示唆された。

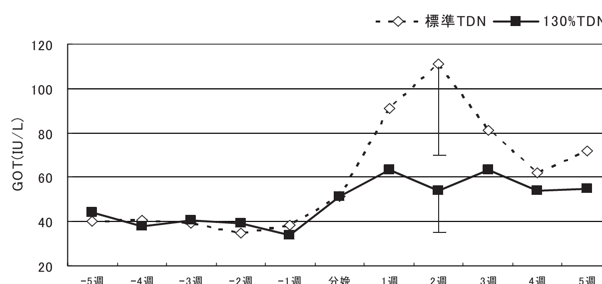



**図５　血中ＧＯＴの変化**

５　分娩後の乾物摂取量は、標準 TDN 区が130%TDN 区に比べて少なかったが、平均体重が著しく小さかったため、分娩後の乾物摂取量／体重比は高かった。また、25日間平均１日当たり乳量は両区に差はなかった（表３）。

本試験の結果では、粗飼料の TDN を把握していない状況下で、分娩前の TDN を日本飼養標準より高く設定した方が、分娩直後の乾物摂取量及び乳量に差は見られなかったものの、生理的な安定が図られ、高泌乳牛の飼養に適した栄養状態となったと考えられた。

**表３　分娩後の飼料摂取状況（５週間）および乳生産（25日間）**

| 項目 | | 標準 TDN 区 | 130%TDN 区 |
|---|---|---|---|
| 体重 | (kg) | 483±5.2A | 589±10.4B |
| 乾物摂取量 | (kg /day) | 16.5±2.7 | 17.8±2.4 |
| 乾物摂取量体重比 | (%) | 3.5±0.7 | 3.0±0.4 |
| １日当たり乳量 | (kg /day) | 26.9±6.3 | 27.0±4.2 |

異符号間に有意差あり。

６　処理による産子体重に差は見られなかった（表４）。このことから、本試験の設定では、分娩前の栄養水準は胎子の発育には関与しないと考えられた。

**表４　分娩時の体重**

| 試験区 | 性別 | 産歴 | 頭数 | 分娩時体重 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 母牛(kg) | 産子(kg) | 体重比(%) |
| 標準 TDN | ♀ | 1.3 | 3 | 509.0 | 36.9 | 7.28 |
| | ♂ | 2.3 | 4 | 559.8 | 43.8 | 7.92 |
| 130%TDN | ♀ | 2.7 | 3 | 627.7 | 38.2 | 6.18 |
| | ♂ | 2.3 | 4 | 653.0 | 43.2 | 6.78 |

吉原ら[4)]は、泌乳と繁殖成績に及ぼす乾乳後期の TDN 要求量の130%を給与した場合でも、NEFA 濃度の改善や泌乳成績および繁殖成績を向上させる明確な効果がなかったとしているが、本試験の結果から、給与する粗飼料の TDN を実測値ではなく日本標準飼料成分表に基づいて飼料設計した場合、分娩前の養分摂取量を日本飼養標準に対し高く設定することにより、分娩前後の体重・ボディコンディションが適度に推移し、生理性状を安定化できる傾向が見られたことから、分娩前後の疾病発生を予防できることがうかがわれた。

しかし、乳牛個体の分娩前後の個体の養分要求量は、乾乳前からの栄養管理、ボディコンディションおよび産次等により異なるので、牛の状態に合わせた飼料設計が必要と考えられる。

## 引用文献

１）中尾敏彦．2003．10乳牛の繁殖をめぐる最近の問題 DAIRYMAN 臨時増刊：15-22
３）日本飼養標準　乳牛（1999年版）
３）日本標準飼料成分表（2001年版）
４）吉原由実子、竹下幸広、多久和　正．2004．泌乳と繁殖成績に及ぼす乾乳後期の TDN 要求量130%給与の効果．島根畜試研報37：25-29

# 抄　　録

# 粗飼料・葉菜中βカロテンの簡易分析法

小柳　渉・安藤義昭

# A Simple Method for the Determination of Beta-caroten

Wataru OYANAGI, Yoshiaki ANDOU

粗飼料や葉菜類に適用できるβカロテンの簡易・迅速・低コスト分析法を開発した。
「手順」⑴現物試料にピロガロール含有変性アルコールと水酸化カリウム含有メタノールを加え、家庭用食品ミキサーにて１分間ミキシング、５分間静置後再び１分間ミキシングする。⑵水とｎヘキサンを加え振り混ぜる。⑶ヘキサン層をヘキサン飽和アセトニトリルで２回洗浄する。⑷453nmにおける吸光度を分光光度計で測定、あるいは目測で推定し、以下の式よりβカロテン含有量（mg／kgFM（現物））を求める。吸光度／2592×1000000／試料重量ｇ
「精度と特徴」計31点の試料（乾草、サイレージ、生牧草、葉菜、野菜ジュース、雑草）（レンジ０～114mg／kgFM）を用い、本法で推定した数値と常法値を比較した結果、標準誤差は分光光度計を使用した場合は4.3mg／kgFM、目測で吸光度を推定した場合は4.2mg／kgFMであることから、本法は簡易法として十分な精度を持っていた。１回の分析に要する所要時間は約20分、消耗品費は概ね100～170円である。試料現物重量、加えるヘキサン量、吸光度測定前の希釈以外は正確でなくても良い。目測で吸光度を推定する場合は、特殊な機器を必要とせず、現場でも活用可能である。

**北信越畜産学会報，92，27-31（2006）**

# 稲発酵粗飼料の給与が乳生産に及ぼす影響について

関　誠・村松克久・長谷川昌伸・森山則男・石田元彦[1)]

[1)]中央農業総合研究センター

# Effect of feeding whole crop rice silage on milk production in lactating dairy cows.

Makoto SEKI, Katsuhisa MURAMATSU, Masanobu HASEGAWA, Norio MORIYAMA, Motohiko ISHIDA

糊熟初期に収穫した稲発酵粗飼料の給与が飼料摂取量および乳生産に及ぼす影響について検討した。飼料乾物中に稲発酵粗飼料を28%、輸入チモシー乾草28%、両者を14%ずつ混合する３区を設け、１期を21日間とする３×３ラテン方格法により、６頭の泌乳牛を用いて、試験飼料を完全混合飼料（TMR）として給与し、飼養試験を実施した。乾物摂取量、乳量、乳成分率については、区間に差は認められなかった。第一胃内容液のVFAおよびアンモニア態窒素濃度についても区間に差はみられなかった。また、血液中の諸成分の濃度も区間に差は認められなかった。以上の結果から、乳量30kg程度の泌乳牛に対して輸入チモシー乾草の代替として稲発酵粗飼料を給与しても同等の乳生産が得られことが確認された。

**北信越畜産学会報，94，17-22（2007）**

# 土壌塩類集積を低減する家畜ふん堆肥利用法

小柳　渉・安藤義昭・和田富広

# A Use of Animal Waste Compost to Control Salts Concentration in Soil

Wataru OYANAGI, Yoshiaki ANDOU, Tomihiro WADA

家畜ふん堆肥をカリウム肥料として利用することにより土壌中の塩類濃度の上昇を低減する実証試験を行なった。堆肥と化学肥料（カリウム・リン・窒素）を併用する慣行区と、堆肥中のカリウム成分とリン成分を考慮し、化学肥料で窒素のみを併用する改善区及び無肥料区を設定し、ハウス内でコマツナを栽培した。その結果、

⑴改善区の地上部乾物重は慣行区と差がなく十分な生育が得られた。

⑵土壌中塩類濃度を示すEC(１：５)は慣行区の0.36～0.55dSm$^{-1}$に対し、改善区は0.09～0.17dSm$^{-1}$と極めて低かった。

⑶慣行区の土壌には、特に水溶性カルシウムイオン、マグネシウムイオン、硫酸イオンが集積していた。カルシウムイオンとマグネシウムイオンは化学肥料として過剰に施用される硫酸イオンにより可溶化されたものと考えられた。

⑷改善区の塩類集積量は少なく、特に牛ふん堆肥＋窒素区はEC、水溶性イオン総量とも無肥料区と同程度であった。

⑸改善区の施肥カリウムの利用率は85%であり、慣行区（55%程度）に比べ大幅に向上した。同時にリンの利用率も向上した。

以上より、家畜ふん堆肥から供給されるカリウムとリンを正確に把握し、それに相当する化学肥料を節減することにより、土壌塩類集積と肥料成分集積を低減できることが示唆された。

**北信越畜産学会報，94，29-33（2007）**

Bulletin

of the

Niigata Animal Husbandry Experiment Station

№16

September 2007

Tanahire, Sanjo − shi,
Niigata − ken,
〒955−0143 Japan
Tel 0256−46−3103
Fax 0256−46−4865



新潟畜セ研究報告 第16号 2007

平成19年9月28日 印刷・発行

編集兼 発行所 新潟県農業総合研究所 畜産研究センター
〒955−0143
新潟県三条市大字棚鱗178
電話 0256−46−3103

印 刷 株式会社 明 間 印 刷 所
〒955−0803
三条市月岡1−26−39
電話 0256−32−3090